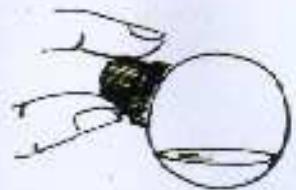
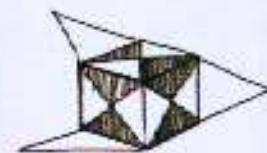
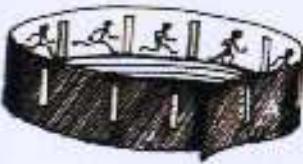


# విట్టి విజ్ఞానం Little Science



అరవింద గుప్త  
Arvind Gupta



జానా విజ్ఞాన వెదిక  
Jana Vigyan Vedika



**LITTLE SCIENCE****చిట్టి విజ్ఞానం***Written by***Arvind Gupta**

రచయిత

**అరవింద గుప్తా***Illustrations by***Avinash Deshpande**

బొమ్మలు

**అవినాష్ దేశపాండె**

First Edition : 10,000 Copies

ఆనువాదం

**డా॥ ఎ. రామచంద్రయ్య**

Second Edition : February, 2007

మొదటి ముద్రణ : 10,000 కాపీలు

Copies : 3,000

రెండవ ముద్రణ : ఫిబ్రవరి, 2007

ప్రతుల సంఖ్య : 3000

**Price : Rs. 20/-****వెల : రూ. 20/-***Published by :***Jana Vignana Vedika**G. Malyadri, Convenor  
Publications Wing  
H.No. 8-1-6, Balaji Rao Pet  
Tenali - 522 202  
Phone : 94405 03061

ప్రచురణ, ప్రతులకు :

**జన విజ్ఞాన వేదిక**జి. మాల్యాద్రి, కన్నీనర్క, ప్రచురణల విభాగం  
ఆంటి నెం. 8-1-6, బాలాజీరావు పేట,  
తెనాలి-522 202  
ఫోన్ : 94405 03061*Printed at*  
Charita Impressions  
1-9-1126/B,  
Azamabad, Hyderabad-20.  
Phone : 040-2767 8411

ముద్రణ :

చరిత ఇంప్రైషన్స్,  
1-9-1126/B,  
ఆజామాబాద్, హైదరాబాద్-20.  
ఫోన్ : 040-2767 8411

## What not to do

Once a parent bought an expensive toy and after removing it from its gleaming box gave it to a child with a warning 'Handle it carefully, don't break it'. The toy had rounded corners so the child could not feel its edges. She couldn't hammer it on the ground as it was made of plastic. It had no smell or taste. Within three minutes flat the child had left the neatly rounded plastic toy in the corner, and was merrily playing with its box. She knew that she would not be scolded for throwing the box on the floor. From her own viewpoint the little girl had made a very intelligent assessment of the toy.

Children are eternal explorers. In their free moments they are always experimenting and improvising. They are always making and inventing things out of odds and bits and trinkets. They learn a great deal from ordinary, organic things found around the house. The main thing about scrap is that children can use it freely without adult admonishment.

Maths is a beautiful subject. It has deep roots in practice and great relevance to real life. But the horrendous way its taught in schools gives children a distaste - a life long hatred for the subject. As sensitive parents and teachers the least that we must not do is to give children a distaste for a subject. If we don't know a humane way of teaching something then we must just leave it, trusting it to the children's own natural resilience and abilities. Someday, may

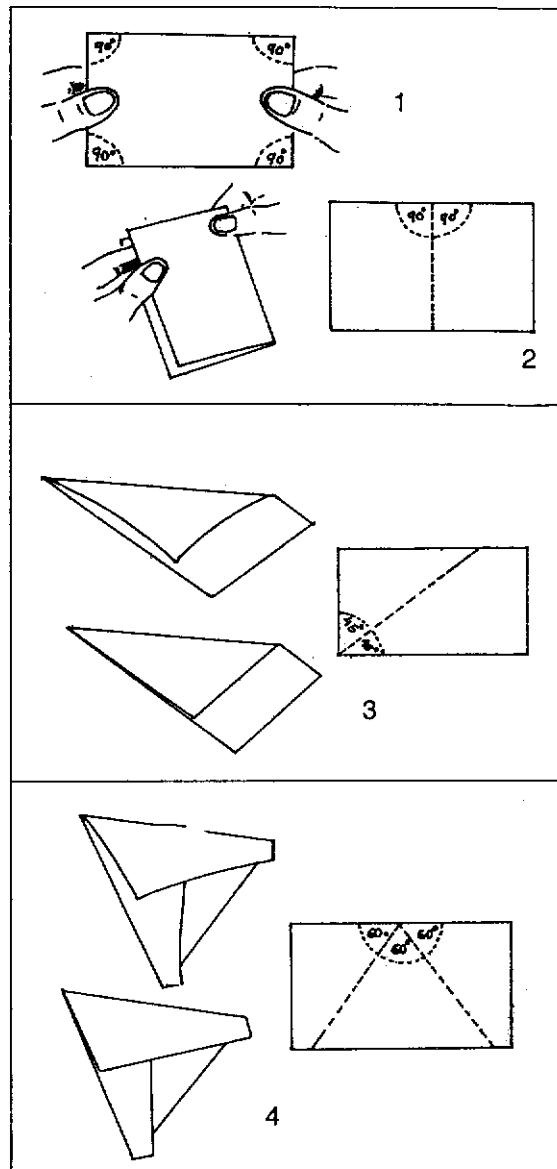
be, they'll get excited about it and then they will discover the whole world about that subject.

Today textbooks have become synonymous with knowledge, Educationists seem to be in a hurry to shovel concentrated doses of knowledge down the throats of children, without bothering whether the children can assimilate them. But knowledge is like a sea. It is eternal, endless. What you take out- a barrel, a cup, a spoon, a drop is immaterial. What, however, one must not do is to give children a distaste of going to the sea beach.

This booklet lists a few innovative experiments for learning science. Many of them I learnt from interesting children, people and books.. The English title of this book LITTLE SCIENCE has been taken from the magazine SCIENCE AGE where most of these articles first appeared.

Children understand better if they experience things. They understand science principles better if they see them in some toy or are able to relate them to a real life experience. Otherwise school curriculums will keep emphasising rote learning-mugging and spitting of definitions and formulae. This they will do with the view of covering the course, forgetting that the real task of education is to uncover things.

***Arvind Gupta***



### కాగితాన్ని మడవడం ద్వారా రేఖాగణితం

1893 సంవత్సరంలో బీ. సుందరరావు అనే భారతీయ గణితవేత్త రాసిన 'Geometric Exercises in paper folding' అనే పుస్తకంలోంచి రేఖాగణిత ప్రయోగాల్ని చాలామటుకు సేకరించాను.

కాగితాన్ని మడవడం అనే ప్రక్రియలోనే కొంత రేఖాగణితం దాగి వుంది. కాగితం అంగానే అది ఒక సమతలాన్ని సూచిస్తుంది. కాగితాన్ని మడిచి మడత వెంబడి వత్తిస్తుటుఁఁ సరళరేఖ ఏర్పడుతుంది. రెండు సమతలాలు ఖండించుకొన్న ప్రాంతం సరళరేఖ అవుతుంది.

తేలికైన కోణాల్ని మడతల్లో చూపడం ద్వారా మన ప్రయోగాల్ని ప్రారంభిస్తాం. సాధరణంగా కాగితం మూలు  $90^\circ$  కోణాన్ని సూచిస్తాయి (పటం 1). కాగితం అంచువెంబడి కోణం  $180^\circ$  అని మనకు తెలుసు. దీనిని సగానికి మడిస్తే అది  $90^\circ$  కోణాన్ని ఏర్పరుస్తుంది (పటం 2).  $90^\circ$  కోణం గల విమూలమైనా సగానికి మడిస్తే  $45^\circ$  కోణం వస్తుంది (పటం 3).

మరి  $60^\circ$  కోణాన్ని చేయడం ఎలా? చాలా తేలిక. అంచు అంటే  $180$  కాబట్టి అంచు వెంబడి మూడు సమాన మడతలు వేస్తే చాలు. ఒక అంచుమీద మధ్యలో ఒక బిందువును ఊహించండి. ఆ బిందువు దగ్గర పటం 4లో చూపిస్తుట్టు, కుడి ఎడమ అంచుల్లో మడవండి. మడవలడ్డ అంచులు, మడత రేఖలలో ఏకీభవించేట్లు వత్తిస్తుటుఁఁ మనం గుర్తించిన బిందువుదగ్గర కోణం  $60^\circ$  అవుతుంది. కొంచెం సహనంతో, బాగా సాధన చేస్తే ఖచ్చితమైన  $60^\circ$  కోణాన్ని తేలికగా మడవగలం.

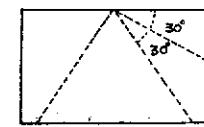
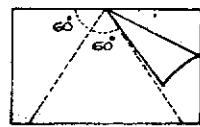
### Geometry by paper folding

Most of these Geometric Exercises in paper folding have been inspired by a book of the same name, written by an Indian mathematician in 1893. His name is T. Sundara Row (anglicised from Rao).

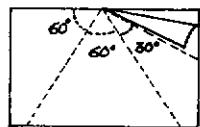
Paperfolding is mathematical by its very nature. A sheet of paper starts as a plane. However, on folding a crease a straight line results, because of the intersection of two planes.

We'll start with simple angles. A right angle or  $90$  degrees is trivial, for all paper sheets have right angle corners (Fig 1). It's easy to see that a straight edge is  $180$  degrees by doubling it upon itself and seeing two exact right angles on either side of the crease (Fig 2). A  $45$  degree angle is got by folding any right angle corner into half (Fig 3).

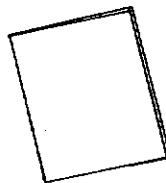
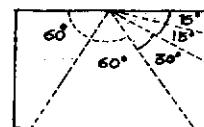
How to fold  $60$  degrees? Divide a straight edge  $180$  degrees into three equal angles. Simple, isn't it? Take a point midway on the straight edge of the paper. Lift both edges of the paper from this point and fold them to approximately  $60$  degrees. Before creasing ensure that the edges are flush with the folds to be creased (Fig 4). With a bit of practice and patience you can fold very accurate  $60$  degree angles.



1



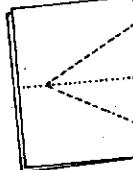
2



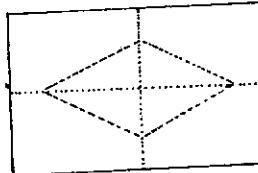
3



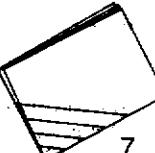
4



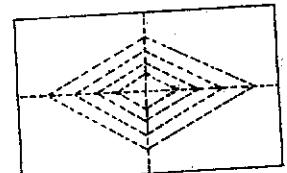
5



6



7



8

## కాగితం మదతల్లో - వజ్రాకృతులు

$30^\circ$  కోణాన్ని మదతల్లో చూపడం ఎలా? దీన్ని రెండు విధాలుగా సాధించవచ్చు. ఒక పద్ధతేమో  $90^\circ$  కోణాన్ని మూడు భాగాలుగా మదవడం - మునుపు  $180^\circ$  కోణం నుంచి  $60^\circ$  ని చూపినట్లుగా. మరో పద్ధతేమిటంటే  $60^\circ$  కోణాన్ని సగానికి మదవడం. పటం 1లో చూపినట్లు  $60^\circ$  మదడను సగానికి మదిస్తే  $30^\circ$  కోణం కనిపిస్తుంది. అలాగే  $30^\circ$  కోణాన్ని సగానికి మదిస్తే పటం 2లో వలే  $15^\circ$  కోణం లభిస్తుంది.  $90^\circ, 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, 15^\circ$  వంటి కోణాలను ఇంతవరకు కాగితపు మదతలతో చూపించగలిగాం. ఇందులో కోణమానిని గానీ, మూలమట్టుల్ని గానీ వాడలేదు. కాంపాస్ పెట్టే అయితే ఖరీదు అవుతుంది. కానీ కాగితం ఎక్కడైనా దొరుకుతుంది. పైన తెలిపిన కోణాల్నే కాకుండా మరెన్నే కోణాల్ని కూడా మనం కాగితం మదతల ద్వారా చూపించవచ్చు. ఉదాహరణకి  $105^\circ$  కోణం కావాలనుకోండి,  $90^\circ$  కోణాన్ని  $15^\circ$  కోణంతో కలిపి చూపితే సరి.  $75^\circ$  కోణాన్ని చూపించడానికి  $90^\circ$  కోణంలోనుంచి  $15^\circ$  కోణాన్ని తీసివేస్తే సరిశేషంది.

మదతల్లో వజ్రాకృతుల్ని మదవడం తమాషాగా వుంటుంది. కాగితాన్ని ఒక మదతేసి మళ్ళి దానిపీడే మరో మదత వేస్తే నాలుగు పొరలు వస్తాయి (పటం 3). ఇప్పుడు 4 పొరలూ కలిసే మూలదగ్గర త్రిభుజాకృతిలో (పటం 4లో చూపినట్లుగా) ఒక మదత వేయండి. (పటం 5, 6లలో చూపినట్లుగా) కాగితాన్ని విప్పి చూసినట్లుయితే వజ్రాకృతి (రాంబస్ లేదా సమచర్చుజం) ఉన్నట్లు గమనించగలం. ఆమూల దగ్గరే పటం 7లో చూపినట్లు అనేక మదతల్ని సమాంతరంగా మదిస్తే అనేక రాంబస్లను ఒకధాన్య మరొకటిగా చూడవచ్చు.

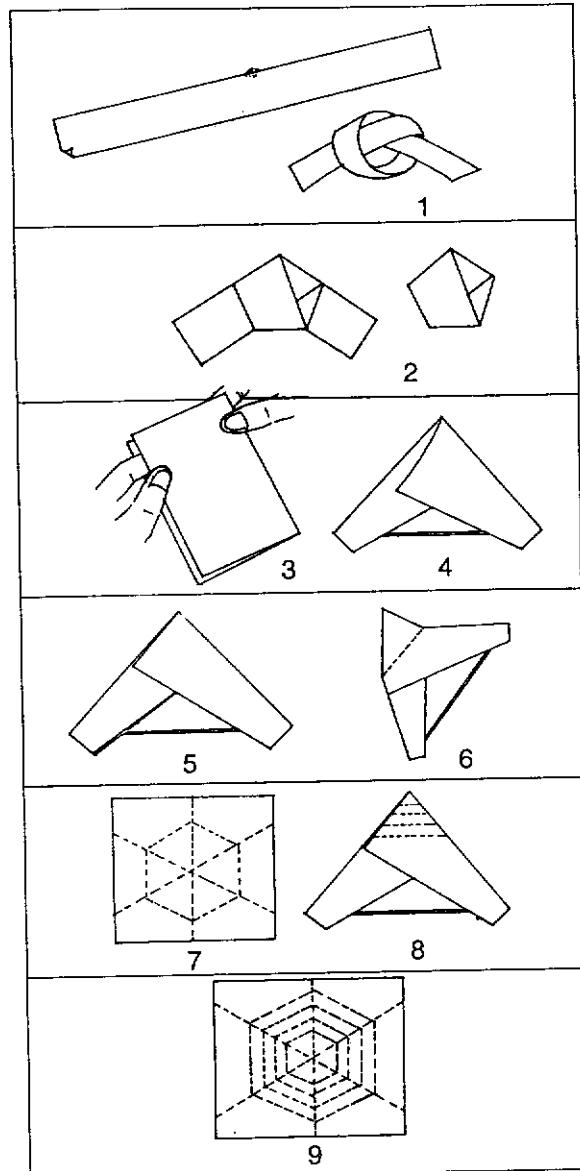
## Paper Diamonds

How to fold a  $30^\circ$  angle? This could be done in two ways. Either you could fold a right angle into three equal parts, or else, fold the  $60^\circ$  degree angle such that it's one edge doubles on the other (Fig 1). A fifteen degree angle can be got by halving the  $30^\circ$  degree angle. This can be simply done by doubling its one edge over the other (Fig 2).

You did not use the D, the compass or any other aid from the geometry box for folding the above angles. And whereas a geometry box has to be carted around, a piece of paper is available anywhere. By combining the above angles you can get several more. For instance,  $105^\circ$  degrees can be got by adding  $90^\circ$  and  $15^\circ$ .  $75^\circ$  degrees can be got by subtracting  $15^\circ$  from  $90^\circ$ .

How to fold a diamond? Fold a Sheet first into two and then into four (Fig 3). Crease a triangle at the four fold corner (Fig 4). On opening the sheet (Fig 5&6) you'll see an elegant rhombus in the middle

If you make several parallel creases in the four fold corner (Fig 7) then on opening up you will see a diamond in a diamond in a diamond-a series of nesting diamonds (Fig 8).



### రిబ్బన్ ముడిలో పంచభజి

ఒక కాగితపు పీలికను 2,4,8 సమభాగాలుగా మధ్యవటం తేలిక. కాగితాన్ని మధ్యలోకి మళ్ళీ మధ్యవటం ద్వారా దీనిని సాధించవచ్చు. కానీ కాగితాన్ని 5 సమభాగాలుగా మధ్యవటం అన్నది కొంచెం కష్టం. బేసిసంఖ్య భుజాలు కల్గిన బహుభజి (Polygon)ని మదతల్లో నిర్మించవటం కీస్టంగానే ఉంటుంది.

ఒక పంచభజిని కాగితం మదతల్లో చూపించవటం ఎలా? ఎవ్వేసార్లు మనం పైజామా నాడాలను, రిబ్బన్సు, ఇంట్లో 2 లౌఫ్సు ముడివేస్తుంటాం. ఇలా వేసిన ముడిలో పంచభజి నిర్మాణం దాగి వుందన్న సత్కం సాధారణంగా మనకు తట్టదు. ఒక పొడవాటి కాగితపు పీలికను తీసుకొని పటం 1లో మాదిరిగా ముడివేయండి. తర్వాత రెండు చివర్లను దూరంగా లాగుతూ ముడిని జాగ్రత్తగా చిగించాలి (కాగితం నలగకూడదు). పటం 2లో చూపించినట్లుగా ఆముడిలో ఒక పంచభజి ఏర్పడింది.

### పడ్డుజాలు

ఇప్పుడు మనం పడ్డుజిని మదవటం ఎలాగో చూచ్చాం. ఒక కాగితాన్ని ముందుగా సగంలోకి మదవాలి (పటం 3). మదత అంచుపీద  $180^\circ$  కోణం ఉన్నట్టు లెక్క ఆ మదత అంచు పీద మునుపు  $180^\circ$  కోణం నుంచి  $60^\circ$  కోణాన్ని చేయడానికి ముడిచినట్లుగా మూడు మదతలు వేయాలి (పటం 4). ఇప్పుడు మొదటల్లో మదవగా మిగిలిన విధి అంచులకు సమాంతరంగా  $60^\circ$  మూల దగ్గర ఒక మదత వేయాలి (పటం 6). కాగితాన్ని విప్పాడిసి చూస్తే ఒక సౌష్ఠవ పడ్డుజి మనకు మదతల్లో కనిపిస్తుంది.  $60^\circ$  మూలదగ్గర సమాంతరంగా అనేక మదతలు వేసి కాగితాన్ని విప్పి చూపినట్లయితే (పటం 8) ఒక పడ్డుజిలో మరో పడ్డుజి ఉన్నట్టు సాలెగూడు అల్లికలాగా ఏక కేంద్ర సమాంతర పడ్డుజాలు అనేకం కనిపిస్తాయి (పటం 9).

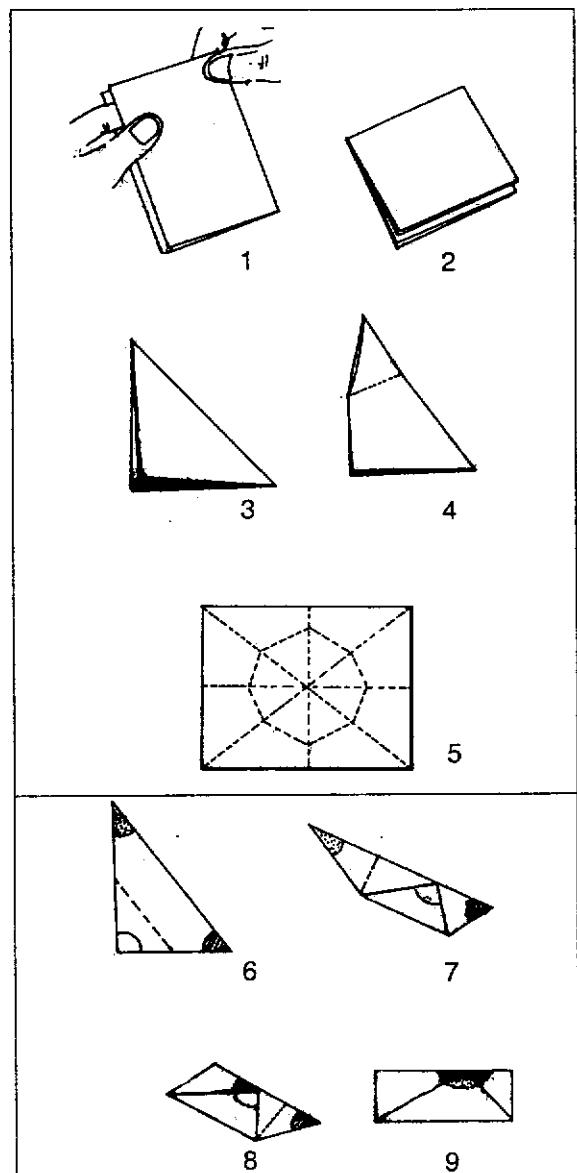
### Knotty Pentagon

Folding a strip along its length into 2,4,8 equal parts is a relatively trivial matter, since paper folding is essentially a binary operation. But folding a paper into 5 equal parts can prove tricky. Folding a regular polygon with odd number of sides can be quite difficult.

How to fold a regular pentagon? We often tie knots in pyjamas, ropes and length of string seldom noticing that a tight knot takes the shape of a pentagon. Take a long rectangular strip of paper and tie the two loose ends to tighten the knot (Fig 2) and you'll be surprised to see a very neat knotty pentagon.

### Hex Cob

Now try folding a regular hexagon. First fold a sheet into two (Fig 3). Fold the doubled up straight edge (180 degrees) into three equal parts of 60 degrees each (Fig 4). Ensure that the double edges are flush with the folds to be creased (Fig 5). Fold the 6 layer corner into a triangle (Fig 6). On opening you'll see a regular hexagon in the middle (Fig 7). On folding several parallel creases (Fig 8) and opening up you'll see a set of nesting hexagons resembling a cobweb (Fig 9).



### కాగితపు మడతల్లి అష్టభుజ

అష్టభుజిని ఎలా చేయాలో చూద్దాం. పటం 1లో మాదిరిగా మొదట ఒక కాగితాన్ని సగానికి మడవాలి. ఆ తర్వాత మళ్ళీ మరో మడత వేయాలి, నాలుగు పొరలొస్తాయి (పటం 2). పటం 3లో చూపినట్లు దీనిని మళ్ళీ మడిచి త్రికోణాకారం వచ్చేలాగా చేస్తే 4 పొరలు వస్తాయి. పటం 4లో చూపినట్లు ఎనిమిది పొరల మూలను మడవండి. మడత వర్గ గట్టిగా వక్తి తర్వాత కాగితాన్ని విప్పి చూడండి. చక్కని అష్టభుజి కనిపిస్తుంది (పటం 5). ఇంతకు మునుపు రాంబస్లు, పద్మాజాలలాగానే అనేక సమాంతర మడతలు వేయడం ద్వారా ఏకకేంద్ర అష్టభుజాన్ని చూపవచ్చు.

### త్రిభుజంలోని కోణాల మొత్తం

పరీక్షలు పాశువుడమే ప్రధానేంద్రియం కాబట్టి తరచూ మనం రేఖాగణిత సూత్రాల వివరణల్ని బట్టి పెదుతుంటాం. ఆ సూత్రాల్ని నిజజీవితానుభవాలకు అన్వయించి అర్థంచేసుకోవడం అరుదు. త్రిభుజంలోని అంతర్గత కోణాల మొత్తం  $180^\circ$  అని మనం కాగితపు మడతల ద్వారా రుజువు చేయవచ్చు.

ఒక త్రిభుజాక్రూశిని కట్టిరించండి (పటం 6). పటం 7, 8, 9 లలో చూపినట్లు మూడు మూలల్ని మడవండి. అన్ని మూలలు అంచుదగ్గర కలిసి ఒక సరళరేఖగా ఏర్పడతాయి (పటం 9). అంటే మూడింటి కోణాలు కలిపితే  $180^\circ$  అవుతుంది. కోణాలు అన్ని కలిసి ఒక అర్ధ వృత్తం అవుతాయి.

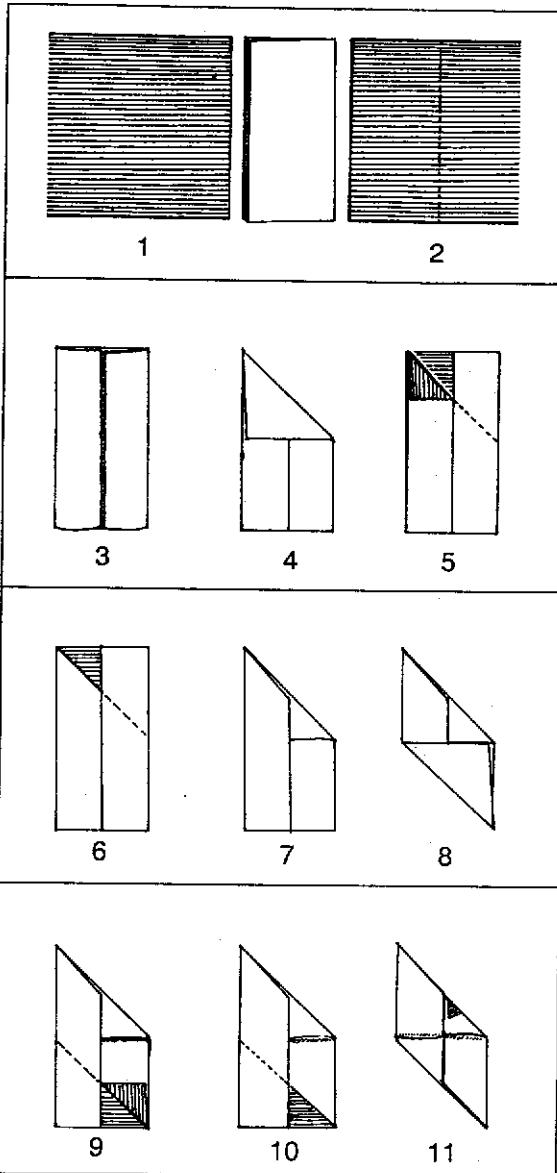
### Folding a Octagon

Fold a sheet first into two (Fig 1) and then into four (Fig 2). Crease the four fold corner again into a triangle to make 8 folds (Fig 3). Crease the 8 fold corner sharply (Fig 4). On opening you'll find a regular octagon in the centre (Fig 5). You'll also see that the central angle of 360 degrees is divided into eight segments of 45 degrees each. You can also try folding nesting octagons.

### Angles of a Triangle

We often mug up geometric proofs to pass exams. Seldom do we relate them to any concrete activity or model. However, this simple exercise in paper folding will easily show you that the sum of the interior angles of a triangle is 180 degrees.

Cut a triangle out of a piece of paper (Fig 6). If you fold over the corners as shown (in Fig 7,8,9) then you can easily make the 3 angles fit together to form a 180 degree angle. When the angles are placed together they make a straight line (Fig 9). This means they total 180 degrees. The sector forms a semi circle.



### లంకెలేసుకున్న సమాంతర చతుర్భజం

పటం 1లో మాదిరి చతుర్పొకారంలో ఉండే కాగితాన్ని పటం 2లో మాదిరి మధ్యలోకి మడిచి తెరవండి. బయటి అంచులు రెండూ మధ్యలోకి వచ్చేలా మడవండి (పటం 3). ఇప్పుడు దీర్ఘచతుర్పొకారంగా ఉండే ఆ కాగితాన్ని పట్టి వెడల్పు అంచును ఎదుమవైపు పొడవు అంచులో కలిసేలా మడవండి (పటం 4). ఇప్పుడా మడతను విప్పి చూస్తే పై భాగంలో ఎదుమవైపు త్రిభుజాక్యతిలో చిన్న రెక్క కనిపిస్తుంది. దాన్ని లోపైపుకు ముడవండి (పటం 6). వెడల్పు అంచుకు మడత వెంపడి తిరిగి ముడుస్తూ ఎదుమవైపు పొరలోకి దాస్తూ మడవండి (పటం 7).

ఈలాగే కింద వున్న వెడల్పు భాగంలో కూడా మడతలు వేయండి (పటం 8). పటం 9, 10, 11లలో చూపినట్లు మడతలు వేస్తే తనలో తాను స్థిరంగా బంధించుకొన్న సమాంతర చతుర్భజం ఏర్పడుతుంది.

### Self locking Parallelogram

Take a square piece of paper (Fig 1) and fold a crease in the middle (Fig 2). Now fold the two edges of the square inwards to touch the middle crease to make a vertical rectangle Fig (3). Fold the top right angle corner into half (Fig 4). Crease and open up. On opening you'll find a small triangular flap (Fig 5). Fold it inwards (Fig 6). Now insert the right hand corner between the folds of the left vertical rectangle (Fig 7).

Repeat the same process for the lower left corner of the rectangle. First fold it into half (Fig 8). Open the crease (Fig 9). Fold the small triangular flap inwards (Fig 10). Insert the lower left corner between the folds of the right vertical rectangle (Fig 11).

The final folded shape becomes a self - locking parallelogram. Its opposite sides and opposite angles are equal. One surface of this parallelogram is plain and smooth while the other surface has got 4 pockets.

## ప్రింట్ మరింత మరింత

గతపేటలో వివరించినట్లు 6 సమాంతర చతుర్భుజాల్ని తయారు చేయండి. అన్ని కూడా ఒక సైజలో ఉండాలి. పైగా అన్ని కూడా ఒకేరకమైన స్ట్రేషన్ కలిగి వుండాలి. అంటే బంధన మదతల రెక్కుల్ని భాగం (X అక్షతిలో ఉంటాయి) మనమైపు ఉంచుకొంటే అన్ని సమాంతర చతుర్భుజాలూ ఒక దానిమీద ఒకటి పేర్కబడేలాగు ఉండాలి. అప్పుడవి ఒకే స్ట్రేషన్లో వున్నట్లు లెక్క (పటం 1).

ఏ సమాంతర చతుర్భుజమైనా సరే దానికి మధ్యలో ఒక చతురప్రం అటూ ఇటూ త్రిభుజాక్షతిరెక్కులూ ఉన్నట్లు ఉంటాంచవచ్చు. మైన తయారు చేసిన సమాంతర చతుర్భుజాల్ని x మదత పొరలకు వ్యతిరెక్కిశిల్సో త్రిభుజాక్షతి రెక్కుల్ని మదవాలి (పటం 2). అరు సమాంతర చతుర్భుజాలకూ మొత్తం 12 త్రిభుజాక్షతి రెక్కులు ఉన్నాయిన్నమాట. X మదతలు సంచల్లాగా ఉంటాయి. అంటే మొత్తం సంచులు 24. ఒక సమాంతర చతుర్భుజపై త్రిభుజాక్షతి రెక్కను మరో సమాంతర చతుర్భుజి యొక్క x సంచిలో సరిగ్గా అపురోలా దూర్ఘటు అన్నింటినీ కలుపుతూ పోతే పటం 6లో చూపినట్లు చక్కని ఘనాక్షతి లభిస్తుంది.

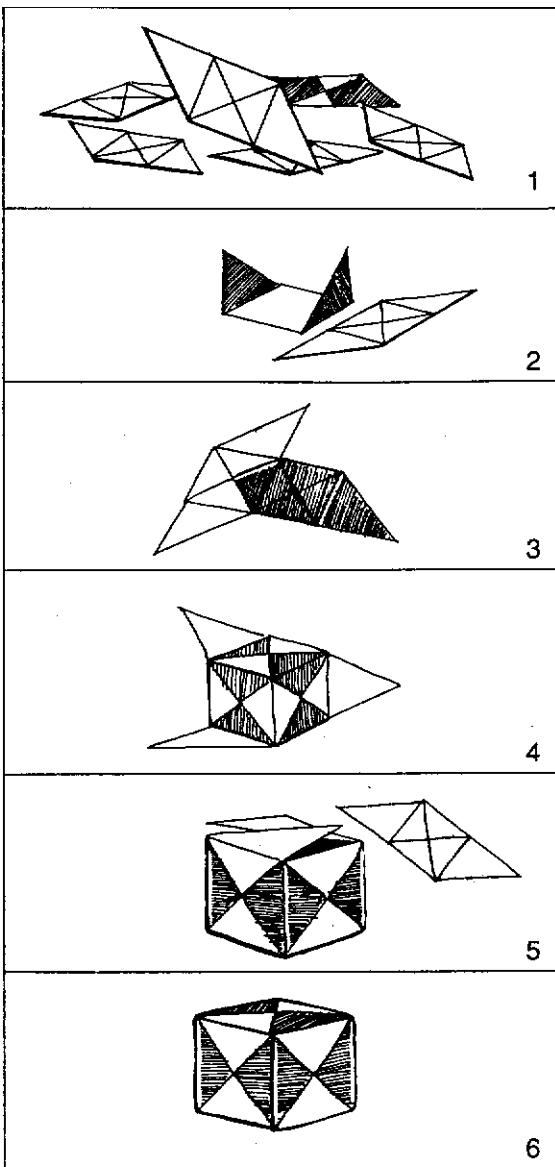
మొదటగా 2 సమాంతర చతుర్భుజాలతో ప్రారంభిస్తాం. పటం 3లో చూపినట్లు మొదట దాని త్రిభుజరెక్కును రెండవదాని x సంచిలో దూర్ఘండి. ఈ రెండవదాని రెక్కను మూడవదాని x సంచిలో దూర్ఘండి. ఒక పద్ధతిలో ఇలాగే కొనసాగిస్తూ 5 సమాంతర చతుర్భుజాల్ని కలపండి. పటం 5లో చూపిన బట్టతయారోతుంది. దీనికి రెండు త్రిభుజాక్షతి రెక్కులు మిగిలి వుంటాయి. ఈ రెండు రెక్కల్ని అరవ సమాంతర చతుర్భుజి x సంచుల్లో దూర్ఘి ఈ ఆరవ దాన్ని రెక్కల్ని బట్టబయట ఉన్న x సంచిలోకి నెఱ్చండి. లోనే దొల్లగా ఉండే ఘనం తయారైంది. అందమైన డిజైన్ కాగితాల్ని రంగు కాగితాల్ని వాడటం ద్వారా ఆకర్షణీయమైన ఘనాల్ని తయారుచేసుకుని అనందించవచ్చు. ఇంట్లో అలంకరించుకోవచ్చు కూడా. చిస్పువి చేస్తే పాచికలుగా ఉపయోగించవచ్చు.

### Self locking Cube

**Fold six self locking parallelograms of the same size using the procedure described on the previous page. As parallelograms can have left or right orientations, ensure that all the 6 parallelograms have the same orientation (Fig 1).**

Each parallelogram can be viewed as having a square in the middle and two triangular flaps on the ends. Fold the triangular flaps of all the parallelograms towards the plain side, such that the pocket face is an exact square (Fig 2). Now all these 6 folded parallelograms - with square facets and triangular flaps will be assembled into a regular cube. There will totally be 24 pockets and 12 flaps.

Start with two parallelograms. Insert one flap of the first into a pocket of the second (Fig 3). Take the third parallelogram and insert both its flaps - one in each of the previous parallelogram pockets. Thus one corner of the cube will be assembled (Fig 4). Continue assembling taking care that all the flaps will come over the square facets and get inside the cube. No glue is required. Coloured cubes can be made using different colours of glazed paper (Fig 6). Small and stiff cubes make beautiful dices.



### పోస్టుకార్డుతో రేఖాగణిత నిర్వహాలు

ప్రతి వస్తువుకూ ఒక నిర్మాణం ఉంటుంది. మానవశరీరం, భవనాలూ, వంతెనలూ, జంతువులూ, అన్ని కూడా పంజరం లాంటి దృఢమైన అంతర్లుర్యాణం ఆధారంగానే తమ రూపాల్ని నిలపుకోగలుగుతున్నాయి. పాత పోస్టుకార్డుల్ని ఉపయోగించి కొన్ని రేఖాగణిత నిర్మాణాల్ని తయారు చేయడం ఎలాగో ఇప్పుడు నేర్చుకుందాం.

పోస్టుకార్డులన్నీ ఒక సైజలో ఉంటాయి. దీని పొడవు 14 సెంమీ, వెడల్పు 9 సెంమీ ఉంటుంది. వెడల్పుకు సమాంతరంగా పోస్టు కార్డును గుండ్రంగా ఒక చుట్టూ చుట్టీ మరోవెడల్పు అంచుకు 1 సెం.మీ. మేర జిగురు పూసి అంటిన్నే పటం 1లో చూపినట్లుగా 9 సెం.మీ. ఎత్తు గుండ్రని స్థంభంలాగా ఉంటుంది. మనం తయారు చేసిన ఈ స్థంభం ఎంత బరువును మోయగలదో చూడ్దాం. ఈ స్థాపనాన్ని బల్లమేద నిలబట్టి బరువుగల పుస్తకాల్ని ఒక్కటొక్కటే దాని పీద పేర్చండి. స్థాపం చతురికిల పదనంతవరకూ ఇలా పేరుస్తూ ఎన్ని పుస్తకాల్ని (ఎంత బరువుని) మోయగలదో గమనించండి. ఎంతో ఆశ్చర్యంగా ఉంది కథ! మమారు 4కిలోల వరకు మోయగలుగుతుంది.

అలాగే 9 సెంచీమీటర్ల ఎత్తుండే వివిధ ఆకారాల్లో స్థంభాల్లగా పోస్టుకార్డుల్ని మదవండి (పటం 3). ఏ స్థంభం ఎక్కువ బరువును మోయగలదు? ఎందుప్పు? మనం తరచూ భవనాలూ, కట్టడాలలోనూ వాడే స్థంభాలు ఏ ఆకృతిలో ఉన్నాయా గమనించారా? ఇప్పుడు పోస్టు కార్డు పొడవు ఎత్తు అయ్యే విధంగా మరికొన్ని స్థంభాల్ని వివిధ ఆకృతులలో తయారు చేయండి. ఒక ఎత్తున్న ఆధార వైశాల్యాన్ని బట్టి మోయగల శక్తిలో తేడాల్ని గమనించండి.

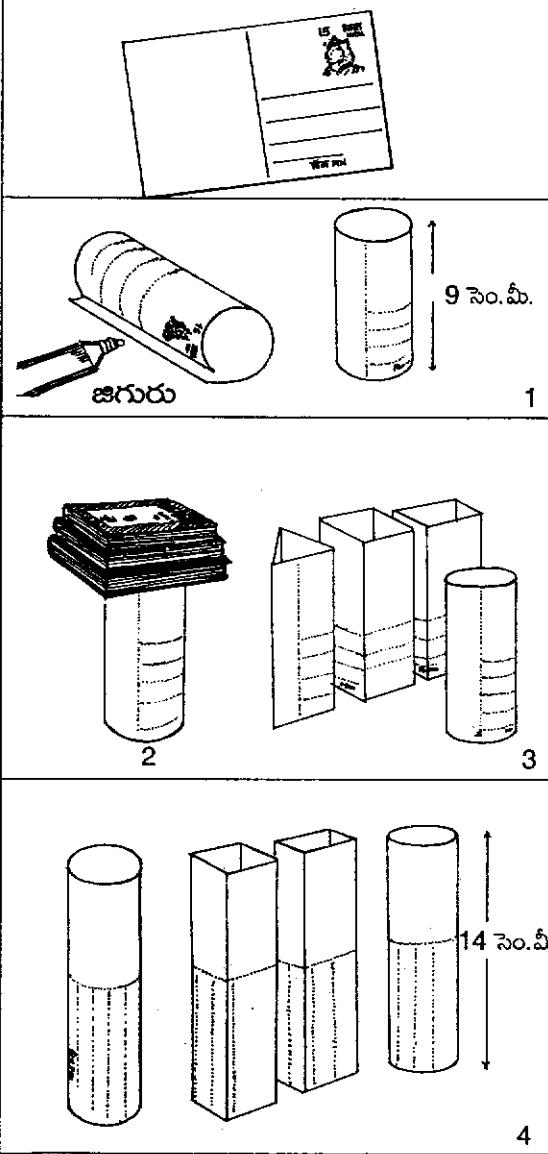
ఒక ఆధారమూ, రూపమూ వున్న ఎత్తుల్లో తేడా ఉండే స్థంభాల్ని చేయండి. మోయగల శక్తికి, స్థంభం పొడవుకూ గల సంబంధాన్ని తెలుసుకోండి.

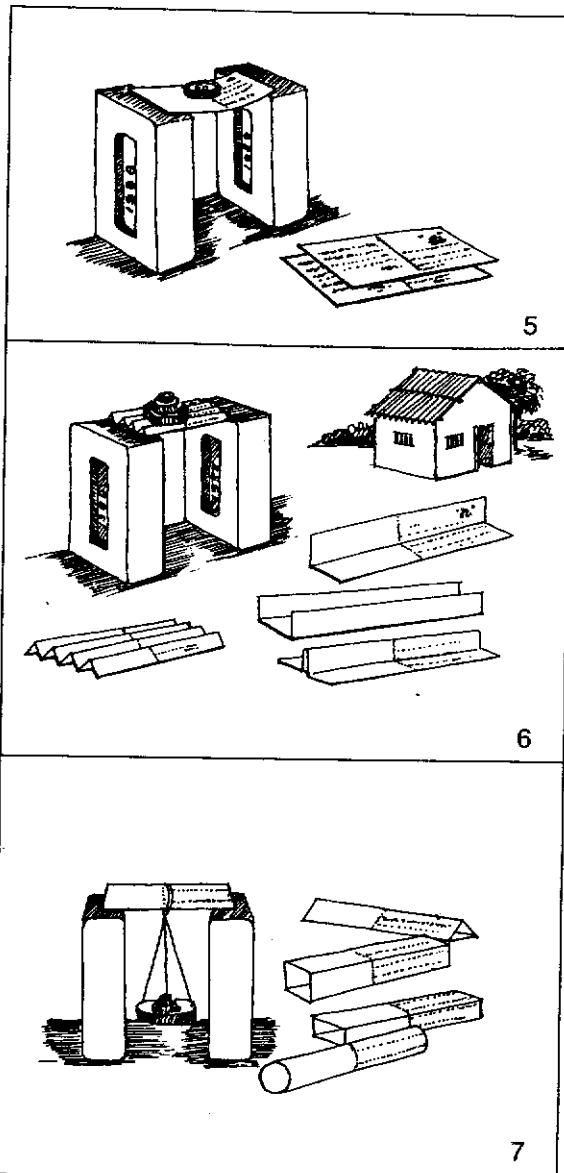
### Postcard Structures

Everything has a structure. The human body, buildings, bridges, animals all have a skeletal frame which bears the load. Using old postcards we'll explore a few structures.

All postcards measure 14 cms. x 9 cms. Fold and glue a post card into a 9 cms. tall cylinder (Fig 1). It doesn't look very strong. How much load can it support? Make a guess. Now slowly pile books on this column until it collapses. Place the books in the centre so that they don't tip off (Fig 2). The 9 cms. tall postcard cylinder is able to support nearly 4 Kgs. of load. Are you surprised? Try folding 9 cms. tall columns of different cross sections - triangular, rectangular, square, oval (Fig 3). Which cross section can sustain the most load? Why? Columns of which cross section do you most frequently encounter in daily life?

Fold postcards in various cross sections to make 14 cms. high columns(Fig 4). Which cross section is the most efficient? Make two columns of the same cross sectional area, but one tall and the other short. Which supports more load? For the same cross section of column, how does load bearing depend upon height?





### పోస్ట్ కార్డులతో మరికొన్ని నిర్మాణాలు

12 సం.మీ. ఎడంలో రెండు ఇటుకల్లు పేర్లు ఒక పోస్ట్ కార్డును వాటిమీద పడుకోబెడదాం. ఈపుడు ఒక చిన్న మంచం లాగా ఉంటుంది కదూ! 50 పైసల నాజేన్ని కార్డుమీద ఉంచండి. 50 పైసల నాజేన్నికి రఘురామీ 5 గ్రా. బిరువుంటుంది. ఈ బిరువు మూలంగా కార్డు మధ్యలో కొర్లోగా వంగుతుంది. ఇలాగే నాజేల్ని ఒక్కటొక్కటే వేస్తూ పోతే కార్డులో వంపుకూడా పెరుగుతూ వుంటుంది. 8ివ నాజెం వేతాక (బిరువు మహారు 40గ్రా. అయ్యాక) కార్డు భాగా వంగిపోయి యిటుకల మధ్యలోకి జారుతుంది. అంటే కార్డును సమతలంగా పడుకోబడితే అది మోయగల శక్తి మహారు 40 గ్రాములేనన్న మాట.

ఇప్పుడు అదే పోస్ట్ కార్డును శీర్షకూని పొడవుకు సమాంతరంగా ఒక మడతనేసి రెండు మడత పొరల మధ్య 90 కోణం ఉండేలా వంచి అవే యిటుకల మీద వుంచండి. అంటే కార్డు వెడల్పు అంచుల్ని L ఆకారంలో మడిచామన్నమాట. క్రీతిజ సమాంతరంగా ఉండే పొరమీద 50పై. నాజేల్ని వేస్తూ పోదాం. ఎంత బిరువు వరకు కార్డు మోయగలిగింది? ఒక మడత వేయడం వల్ల మోయగల శక్తిలో మార్పు వచ్చిందా?

కార్డును పొడవుకు సమాంతరంగా మూడుమడతలు వేసి 3 సమఫ్ఱాగాలుగా మడవంది. వెడల్పు సుంచి చూస్తే U ఆకారంలో ఉండేట్లు కార్డును కాలువ లాగా మడిచి ఇటుకల మీద వరుండబెట్టాలి. ఇప్పుడు కాలువలో 50 పై. నాజేల్ని వేస్తూ ఎంతవరకు బిరువును మోయగలదో పరిశీలించండి. రెండుమడతలు వేయడం వల్ల మోయగల శక్తిలో వచ్చిన మార్పు తెలుసుకోంది.

కార్డును ఇప్పుడు 4 భాగాలుగా చేస్తూ మూడుమడతలు వేయండి. మధ్యలో 2 భాగాలు లంబంగానూ కుడి ఎడమభాగాలు క్రీతిజ సమాంతరంగానూ ఉండేట్లు కార్డును వంచి ఇటుకల మీద పెట్టండి. కార్డు వెడల్పు అంచు తిరగబడ్డ T ఆక్షతిలో ఉంటుంది. 50 పైసల నాజేల్ని వేస్తూ బిరువు మోయగల శక్తిని గమనించండి. ఇంకా ఎక్కువ మడతలు వేసి కార్డు ఉపరితలాన్ని రంపు పళ్ళ మాదిరిగా ఎత్తుపల్లులుగా మడిచి యిటుకల మీద వరుండబెట్టి మోయగల శక్తిని పరీక్షించండి. ఆశ్చర్యం! ఈ రూపంలో దాదాపు 1కిలో వరకు ఆ కార్డు మోయగలగుతుంది. ఇంటి కష్టాల్ని, రేకుల్ని ఎంతకు మడస్టర్లో తెలుసుకొన్నారా?

మునుపు చేసిన ప్రంభాక్షుతల్ని ఇటుకల మీద వరుండబెట్టి దారంతో బిరువుల్ని వేలాడదీయడం ద్వారా కార్డు శక్తిని పరిశీలించండి. ఏ ఆక్షతికి ఎక్కువ బిరువును మోయగల శక్తి ఉందో తెలుసుకోండి. కారబాన్ని పరిశేధించండి.

### Postcard Structures continued

Stand two bricks 12 cms. apart. Place a postcard on top of the bricks such that 1 cm. length of the postcard sits on either brick. Now place 50 paise coins (5 gms. each) in the middle of the postcard (Fig 5). The postcard sags a little bit. With every additional coin the card sags some more. When the load is around 40 gms. the postcard caves in and falls down.

Create the post card in the middle along the length to make a right angle section. Place it similarly on the bricks and see the load it can support. Can a crease help in strengthening a structure? Test a U shaped channel section and a T beam. Do different sections support different loads? Fold four pleats in a postcard and place this corrugated postcard on the bricks. How much load can it support? Are you surprised that it can now support almost a kilogramme (Fig 6)? So, its not just the material but the shape in which it has been arranged which gives the structure its strength and rigidity. Corrugated tin roof sheets are a familiar example of increased strength.

Place the 14 cms. long postcard columns as beams between the two bricks. Suspend a empty shoe tin pan and place weights on it (Fig 7). Which cross section of beam supports the maximum load?

### కీడుగుడ్డ పెంకులతో త్రిపాది స్టోండు

పక్కల గుడ్డ చాలా పలచగానూ, పెళుసుగానూ ఉంటాయి. కానీ జీవంతో ఉన్న పక్కి పిండాన్ని భద్రంగా కాపాడగల అంతర్లుర్చుణం ఈ గుడ్డకు ప్రకృతి రిత్యా ఉంది. గుడ్డ పెంకులు మనం సాధారణంగా ఊహించేకన్నా గట్టివి. ఈ వాస్తవాన్ని మనం పగిలిన గుడ్డనుపయాగించి తెలుసుకుండాం.

పగిలిన గుడ్డ పెంకులు ఒకే వైపువి మూడింటిని తీసుకోండి. ఇప్పుడు కత్తెర సాయంతో పటం 1లో వలె అంచులను సమంగా కత్తిరించండి. సిమెంటు నేలమీద మీటిని బోర్డీంచి జాగ్రత్తగా రుద్దుతూ అంచుల్ని నున్నగా చేయండి. ఇప్పుడు నేల మీద ఒక రుమాలుని మదత వేసి పరవండి. మూడు గుడ్డ పెంకుల్ని దానిమీద ఎడం ఎడంగా త్రికోణపు మూలల్లో బోర్డీంచండి. గుడ్డకు వత్తుగా రుమాలు వుంటుందన్నమూట. గుడ్డతో తయారు చేసిన త్రిపాది స్టోండు ఇదే. ఈ త్రిపాది ఎంత బరువును మోయగలదో ఊహించండి. ఈ గుడ్డ అమరిక మీద పటం 3లో మారిరిగా ఒక్కాటాక్కబే పుస్తకాల్ని పేర్చండి. మీ ఉహ వాస్తవానికి ఎంతదగ్గరగా వుంది?

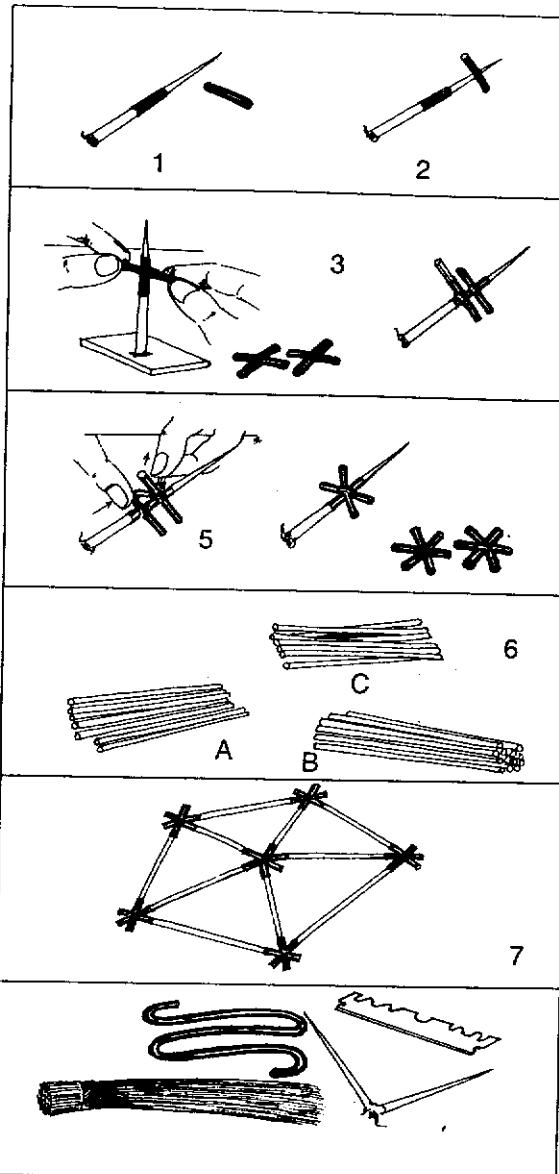
ఒక ప్రత్యేక కార్బూనికి ఎంత పదార్థం కావాలో ప్రకృతికి ఖచ్చితంగా తెలుసు. తదనుగుణంగానే అది తన నిర్మాణాల్ని ఏర్పరుస్తుంది. మానవులు తరతరాలుగా ప్రకృతిలోని నిర్మాణాలను గురించి తెలుసుకుంటున్నారు. వాటి నమూనాల్ని తయారు చేసుకొని నిత్య జీవితావసరాల్లో వాడుకొంటున్నారు.

### Eggshell Tripod

Eggs have such thin shell that they almost appear flimsy. Yet, nature designed the egg shell as a strong vault to protect the live embryo inside. Shell structures are usually very strong and you can test this using three broken egg shells.

Using a scissors nip the egg shells bit by bit to even out the zig-zags, and to get a circular rim. Carefully rub the circular rim on the cement floor to even out the remaining zig-zags. Place three such eggshells on a doubled up towel, which will act as a cushion. Now make a guess estimate of the weight which this egg tripod will be able to withstand. Keep placing books on the tripod until the eggshells crush under their load. How close was your guess?

Nature is very economical in its use of material. Human beings have learnt a great deal about structures from nature's optimal designs.



### ముక్కొల మూపురం

త్రిభుజాలతో నిర్మించబడి మూపురంలగా కనిపించే వలలాంటి నిర్మాణాన్ని పిల్లల పార్యుల్లో చూసే ఉంటాం. దీన్నే జియోడెసిక్ డోమ్ అని కూడా అంటారు. అన్ని బహుభుజాల్లోకి త్రిభుజం అత్యంత శైరష్మేంది కాబట్టి జియోడెసిక్ డోం ఒక పుటీరష్టున నిర్మాణం. సైకిల్ వాల్ఫ్ బూబ్ ముక్కులూ, చీపురు పుల్లబూ ఉపయోగించి ఈ నమూనా తయారు చేయవచ్చు టేబిల్ మీద పుంచితో అందంగా కూడా ఉంటుంది.

2 సెంటీమీటర్ల పొడవుండే 2 వాల్ఫ్ బూబ్ ముక్కుల్లో తీసుకోండి. ఒక పొడవాటి తుమ్మముల్లకి ఒక వాల్ఫ్ బూబును (పటం 1 లోపలే) తొడగండి. రెండో బూబు ముక్కను అడ్డంగా ముగ్గులో ముల్లుకు గుచ్చి మొదటి బూబుమీదికి తొడగండి (పటం 2, 3). ముల్లుమంచి రెంబీని అలాగే బయటికి ఉపడియుండి. దీన్ని నాలుగు ముక్కల చేరికగా వాడుకోవచ్చు.

ఇప్పుడు 6 ముక్కుల చేరిక ఎలా చేయాలో చూధ్యాం. 4 ముక్కుల చేరికను ముల్లుమంచి ఉపడియుకుండా మరోబూబు ముక్కను కూడా ముల్లుమీదికి అడ్డంగా గుచ్చి మొదటి బూబుపైకి నెఱ్చండి (పటం 4). ఒక చిన్న అగ్గిపుల్లతో పాటు రెండో బూబు రంధ్రంలో దూర్బి ఆ తర్వాత ఈ అగ్గిపుల్ల కొనను మూడో వాల్ఫ్ బూబుకు ముల్లులో అయిన పగులలోంచి ముల్లు మీదుగా ఆవలిపెపుకు లాగాలి (పటం 5). అగ్గి పుల్లతోపాటు రెండో బూబు ముక్క కొనకూడా వస్తుంది. ఇప్పుడు అగ్గిపుల్ల ముక్కను లాగి నశ్శతంగా ఉండే ఈ ఆరు ముక్కల చేరికను ముల్లుమంచి ఉపడియుండి. ఇలాంటి చేరికలు మొత్తం 31 కావాలి.

తర్వాత గట్టిగా ఉండే చీపురు పుల్లల్లి మూడుపురకాల సైజాల్లోకి ముక్కులుగా కత్తిరించుకోవాలి.  
మీటిని A,B,C సైజాలనుకుండాం. ఇవి ఎన్నోన్ని కావాలో చూడండి.

A త్రిపు పొడవు = 6.2 సెం.మీ, కావల్నినవి = 30

B త్రిపు " = 7.5 సెం.మీ, " = 40

C త్రిపు " = 7.23 సెం.మీ, " = 50

31 చేరికలను, ఈ మూడు రకాల చీపురుపుల్ల ముక్కుల్లో ఉపయోగించి మూపురం ఎలా చేయాలో పక్కపేసీలో చూడండి.

### Geodesic Dome

A geodesic dome looks like a triangulated igloo. And triangles being the most stable polygons, the geodesic dome is one of the strongest structures. A geodesic model can be easily made using cycle valve tube joints of 4, 5 and 6, and three different sizes of broomsticks.

Take two bits of cycle valve tube 2 cms. long. Weave a Babool (Acacia arabica) thorn through the hole of one valve tube (Fig 1). Poke the thorn through the middle of the second valve tube (Fig 2). Stretch it and slip it over the first valve tube (Fig 3). This is the joint of four. You'll need 15 such joints.

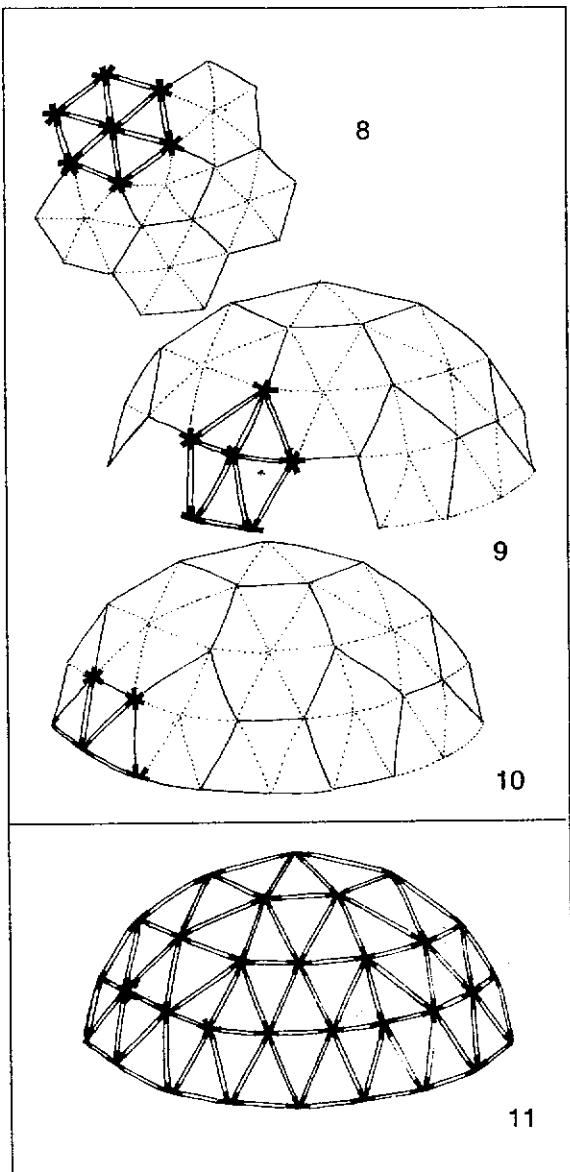
To make a joint of six, slip a third valve tube on the first valve tube to make a H shape (Fig 4). Insert a broken matchstick in any of the freelegs of the second valve tube. Weave this match stick through the centre of the third valve tube (Fig 5). Remove the joint - of - six from the thorn. You'll require 25 joints-of-six.

You'll also require 6 joints-of-five. For this make joints-of-six, and use only five legs. You'll need three different sizes of struts. Cut them out of the coconut frond broomsticks.

Strut A = 6.2 cms., 30 numbers

Strut B = 7.5 cms., 40 numbers

Strut C = 7.23 cms., 50 numbers



### ముక్కొణాల మూపురాన్ని తయారు చేసే పద్ధతి

ముందు వేజీలో తెలిపిన వాల్యూట్యూబు చేరికలను, A,B,C సైజుల్లోని చీపురుపుల్లల్ని ఉపయోగించి మూపురాన్ని తయారుచేస్తాం. తయారైన మూపురం పీరం వృత్తాకారంలో 30 సె.మీ. వ్యాసంతో వుంటుంది. A,B,C చీపురుపుల్లల సైజు నిష్పత్తి రమారమి  $35:41:40$ గా వుంటుంది. ఈ నిష్పత్తిని పాచిస్తూ పుల్లల్ని తీసుకుని రకరకాల సైజులలో మూపురాల్ని తయారు చేసుకోవచ్చు.

పుట్టబాల్ ఆడే బంతి ఉపరితలం జియోడెసిక్ డోమ్ ఆకృతిని పోలి వుంటుంది. దాని ఉపరితలం మీద పంచభూతాలు, ఘడ్యుజాలు ఉన్నట్లు మీరు గుర్తుంచే ఉంటారు.

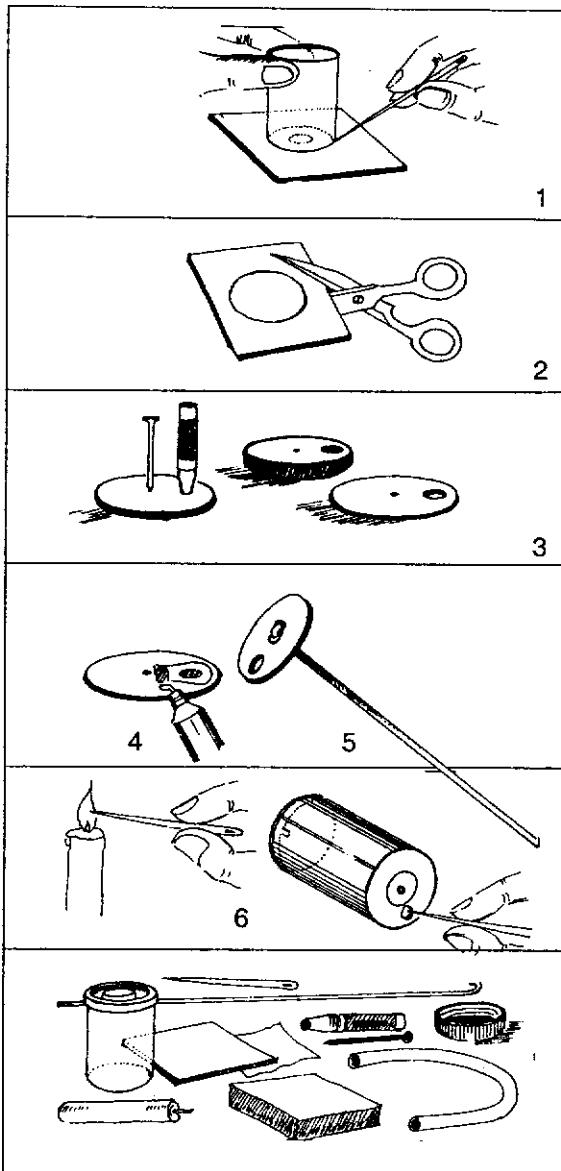
ముందుగా ఆరుముక్కల చేరికలను ఆరింటినీ, 10 B సైజుపుల్లల్ని ఉపయోగిస్తూ ఒక పంచభూతిని నిర్మించండి (పటం 7). తర్వాత పటం 8లో వలె పంచభూతి భూజాల మీద C పుల్లలతో ఘడ్యుజాలు నిర్మించి మూలల్ని A పుల్లలతో కలపండి. వృత్తాకార పరిధి ఏర్పడుతుంది. తిరిగి 5 పంచభూతాల్ని ఒకటి విడిచి ఒకటి పటం 9లో వలె నిర్మించండి. ఇందుకు B పుల్లల్ని వాడండి. మళ్ళీ C పుల్లలతో అర్ధ ఘడ్యుజాలు ఏర్పడేటట్లు పటం 10లో వలె పంచభూతాల మధ్యలో చేయండి. చివరగా A పుల్లల్ని వాడుతూ అన్ని జాయింట్లనూ అడుగుఖాగంలో వృత్తాకారంగా కలపండి. అంద్మైన జియోడెసిక్ డోమ్ పటం 11లో మాదిరి లభిస్తుంది.

### Geodesic Dome continued

Using these sizes of struts the approximate diameter of the dome will be 30 cms. The relative proportions of the three struts A, B & C are  $35 : 41 : 40$  (Fig 6). Using these proportions for strut sizes you can build a smaller or a bigger dome.

A football is a good model for a geodesic. You can see a football is made up of pentagons and hexagons. Divide these pentagons and hexagons into triangles with a sketch pen to simulate a geodesic. Start by assembling the top pentagonal facet (Fig 7). Build five hexagons on the five sides of the top pentagon (Fig 8). Complete a circle before beginning the next. Assemble five pentagons into the corners (Fig 9). Finally assemble the bottom half hexagons (Fig 10). Fig 11 shows the final assembly of the geodesic dome.

The great American designer Buckminster Fuller is credited for designing and popularising the geodesic dome. Since then it has been put to lots of different uses. With the invention of the electron microscope scientists discovered that structure of the protein virus is a geodesic.



### పనికిరాని వస్తువులతో పనిచేసే పంపు

అన్ని నీటి పంపులకు మళ్ళీ మనం తయారు చేయబడే యే పంపుకూడా ఒక సిలిండర్, ఒక పిస్టన్, రెండు కవాటాలు (వాల్వులు), పిస్టన్కి హ్యాండీల్ ఉంటాయి. నీట్యు కూడా పంపులగానే తమాషాగా చిమ్మగలదు. వాడేసిన వస్తువులతో ఈ పంపును నిర్మించవచ్చు.

5 మి.మీ. మందగల చెప్పు ముక్కుమీద ఖాళీ ఫిల్యు డబ్బాని ఉంచి అంచుల్ని గుండ్రంగా గుర్తించండి (పటం 1,2). ఈ రఱ్యారు యొక్క ఫిల్యు డబ్బాలో పైకి కిందకూ బిగుతుగా పిస్టన్లగా సజావుగా కదిలేంతవరకు అంచుల్ని నేలకేసి రుద్దిసునుపు చేయండి. ఈ ముక్క మధ్యలో చీలాసాయంతో చిన్న రంధ్రం చేయాలి. ఈ రంధ్రానికి 4 మి.మీ. ఎడంలో మరో రంధ్రాన్ని చేయాలి (పటం 3). ఈ రెండో రంధ్రం వ్యాసం మహారు 5 మి.మీ. ఉండాలి. ప్లాస్టిక్ పాలసంచీ నుంచి ఒక చిన్న ముక్కను కత్తిరించుకొని పెద్దరంధ్రాన్ని తలుపుతో మూసున్నట్టు రంధ్రం పక్కగా అంటించండి (పటం 4). ఇది ఈ రంధ్రానికి కవాటంలగా పనిచేస్తుంది. సైకిల్ చక్కం చుప్పును పటం రలో చూపినట్లు రఱ్యారు ముక్క మధ్య రంధ్రంలో దూర్చాలి. పిస్టన్ ఫిల్యు డబ్బాలో పైకి, కిందకూ కదిలించడానికి హ్యాండీల్ లగా ఇది ఉపయోగపడుతుంది.

ఇప్పుడు ఒక సూదిని వేడిచేసి ప్లాస్టిక్ ఫిల్యు డబ్బాకి అడుగున మధ్యలో చిన్న రంధ్రం చేయండి. ఈ రంధ్రంలో నుంచి పిస్టన్ కాడ దూరగలగాలి. దీనికి పక్కగా పటం లలో మాదిరిగా 5 మి.మీ. వ్యాసంగల మరో రంధ్రాన్ని కూడా చేయండి.

రఱ్యారు చెప్పు నుంచి మునుపటిలగా మరొక ముక్కను కత్తిరించుకొని మధ్యలో కాడపట్టే రంధ్రాన్ని పక్కగా 5 మి.మీ. వ్యాసంతో మరో రంధ్రాన్ని చేయండి. ఈ ముక్కను ప్లాస్టిక్ డబ్బా అడుగున జిగురుతో అంటించుకోవాలి. డబ్బా అడుగున్నన్న రంధ్రాలు, బిళ్ల రంధ్రాలు కలవాలి. కాదాను స్థిరంగా ఉండడానికి, నీరు కారిపోకుండా ఉండడానికి ఈ బిళ్ల ఉపయోగపడుతుంది.

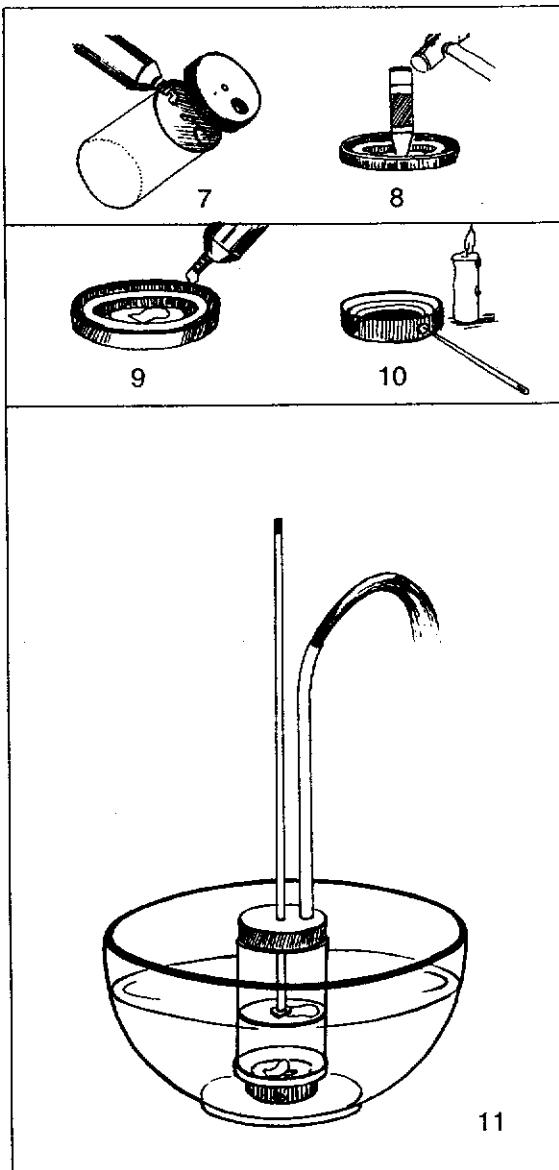
పంపును చేయడానికి సామాగ్రి సిద్ధమయ్యాయి. ఇక ఎలా బిగించి, ఎలా పనిచేయించాలో పక్కపేజీలో తెలుసుకోండి.

### Pump from the dump

This pump too consists of a piston, cylinder and two valves all salvaged from odds and bits. With each reciprocation of the piston water will leap out in large gushes and delight you no end.

THE PISTON is made out of 3 to 5 mm. thick rubber chappal sole. Place a film roll bottle on this rubber and mark out the circle of the piston (Fig 1). Cut it with a scissors (Fig 2) and then sandpaper its rim on a cement floor until it goes snugly into the film roll bottle cylinder. Make a hole in the centre of 4 mm. from the rim. This hole should be 5 mm. in diameter (Fig 3). Stick a plastic milk bag flap on one side of this hole. This is the delivery valve (Fig 4). Press fit a cycle spoke in the central hole of the piston. The cycle spoke connecting rod (Fig 5) will move the piston up and down.

THE CYLINDER is made of a plastic film roll bottle. Make a hole with a hot needle in the centre of its base to enable the spoke to pass through. Another 5 mm. hole is made in the base near the rim for the water outlet (Fig 6). A 5 mm. thick chappal rubber is cut to fit the circular base of the bottle. A hole is made in its centre to enable the spoke to come out.



### పంపును నిర్మించి వాడే విధానం

పిస్టన్ ఫిల్యూడబ్బాలో అడ్డగా చొప్పించి పిస్టన్ కాదను డబ్బా అడుగున ఉన్న రంప్రంలోంచి బయటికి దూర్చండి. డబ్బా అడుగున ఉన్న పెద్ద రంప్రంలోకి ఒక వంపు తిరిగిన పొడవాటి గాజునాళాన్ని గానీ, మరేదైనా రభ్యరు టుఱ్చబునుగానీ దూర్చండి. దీన్నోంచే నీరు బయటకు వస్తుంది.

ఫిల్యూడబ్బా మూతను తీసుకుని మధ్యలో మొ.మీ వ్యాసంగల రంప్రాన్ని చేయండి (పటం 8). ఈ రంప్రంలో తట్టు భాగం మీద తలుపు రెక్కలూగా ముసువు చేసినట్టూ ప్లైసైంక్ ముక్కతో ఒక కవాటాన్ని అతికించండి. ఈ కవాటం ద్వారానే రిజర్వ్యూయరు నుంచి నీరు సిలిండర్ లోనికి వస్తుంది, కానీ బయటకు పోదు. దీన్నీ చూషిక కవాటం (Suction Valve) అంటారు. మూతను డబ్బాకి అమర్చండి. పంపు దాదాపూగా తయారైందన్నమాట. ప్లైసైంక్ డబ్బా యొక్క అడుగుభాగం పంపు పైభాగంగానూ డబ్బా పైభాగం-మూతతో సహా పంపు అడుగుభాగంగానూ ఉన్నాయి. పంపకు కింద ఏమైనా ఆధారం లేకపోతే వాడకంలో చూషిక కవాటం పాడైసోయ్ ప్రమాదముంది. దీన్నీ నివారించాలంచే పంపు అడుగున ఒక ఆధారాన్ని నిర్మించాలి. పాటర్ కలర్ డబ్బా మూతనోక దాన్ని తీసుకుని దాని పరిధి అంచులో ఒక చిన్న రంప్రం చేయండి. మూత అంచుకు సైకిల్ సొల్యూషన్ పూసి పంపు అడుగున స్టైరంగా అతికించండి. ఈ మొత్తం నిర్మాణం ఇప్పుడు నీటి పంపులాగా వనిచేస్తుంది.

పటం 11లో మాదిరి ఒక పళ్ళుంలో నీరు పోసి పంపును అందులో ముంచండి. కాడ సాయంతో పిస్టన్ ని సిలిండర్లో పైకి కిందకూ కదిలించండి. పంపు నాళంలోంచి నీరు వేగంగా చిమ్ముతూ తమాపోగా వుంటుంది. పిస్టన్ పైకి కదిలినపుడు ఆధారంలో వుండి రంప్రం ద్వారా, తర్వాత చూషిక కవాటం పైకి తెరుచుకోవడం వల్ల సిలిండర్లోనికి నీరు ప్రవేశిస్తుంది. పిస్టన్ పైనున్న నీరు గొట్టంద్వారా బయటికి చిమ్ముతుంది. పిస్టన్ ని కిందకి నెఱినపుడు పిస్టన్లో ఉండే కవాటం ద్వారా నీరు కింది భాగం నుంచి పైభాగానికి చేరుతుంది. అప్పుడు చూషిక కవాటం మూతుకుంటుంది కాబట్టి నీరు బయటికి పోదు.

మనం తయారు చేసిన నీటి పంపునకు నిజ జీవితంలో వాడే చేతి పంపునకు మాదిరి హోండిల్ ఉండదు.

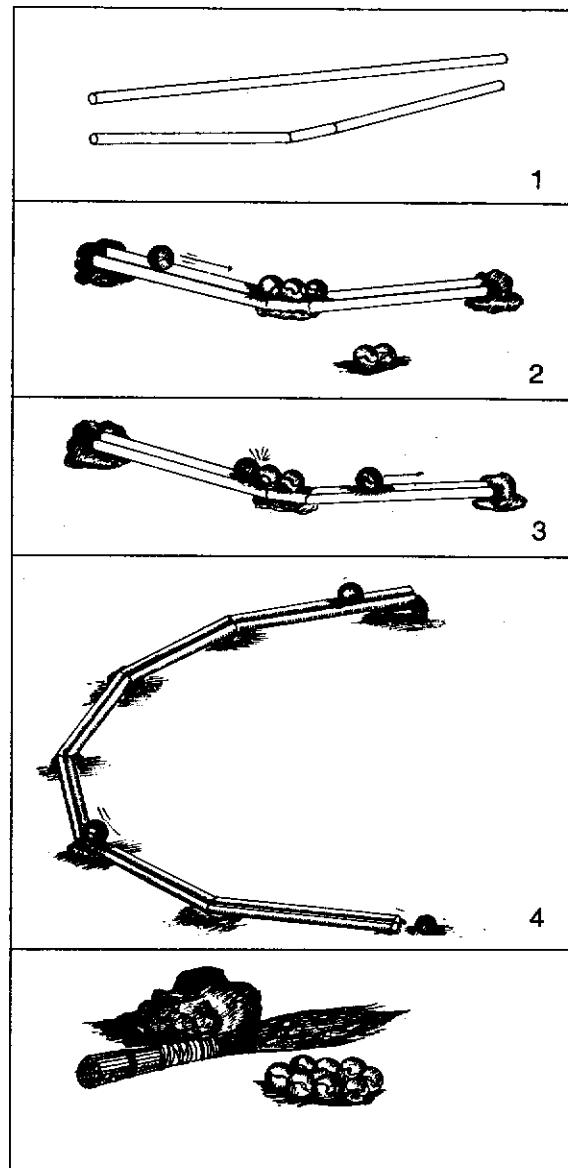
### Pump continued

Another hole is made in this rubber gasket corresponding to the water outlet. This rubber gasket stuck on the base of the bottle (Fig 7) acts as a support for the spoke and also prevents leakage.

THE SUCTION VALVE is made by punching or chain drilling a 6 mm. hole in the centre of the bottle cap (Fig 8). A milk bag flap is stuck to one side of this hole using rubber solution (Fig 9). The milk bag strip acts as a flap valve opening and closing the hole and letting water flow in only one direction.

The pump needs to sit on a base or a pedestal otherwise its suction valve will get choked. Make 3 holes on the serrated rim of a poster colour bottle cap with a hot needle (Fig 10). The cap makes a sturdy base for the pump.

Assemble the pump by inserting the piston into the cylinder. Close the suction valve cap. Stand the pump on its base in the reservoir of water (Fig 11). Reciprocate the cycle spoke a few times and water will gush out of the delivery pipe. Both the valves open upwards. You can see the valves operating through the transparent plastic bottle. Each time the valves open and closes like a fish's mouth. This working model of an actual pump does not have a handle like a real handpump. You'll have to rack your brains to figure it out.



### గోలీలతో రైలుబండి

ఇంట్లో వాడే కుంచె చీపురు కట్ట (కొబ్బరిపుల్లలది కాదు) ఊచ్చేస్తేను అరిగిపోయిన తరువాత పుల్లమొదళను రైలు పట్టాల్గా చేసి ఆనందించవచ్చు. అగ్గిపుల్ల, కుక్కపుల్ల, సబ్బిపుల్ల కవితకు అనర్థం కావని శ్రీలీ గారన్నట్టు చీపురుపుల్ల కల్పన కనర్థం కాదని మనం చాటవచ్చు.

పొడవాటి ఒకే మందంగల రెండు చీపురుపుల్లల్ని పటం 1లో వలె మధ్యలో 1 సెం.మీ. మేర వంపుగా వంచండి. రెంటినీ ఆతికించి బల్లపరువు భాగం స్థిరంగా ఉండేట్లు బంకమన్ను ముద్దలో ఇరికించాలి (పటం 2). ఇప్పుడు పుటకారపు రైలుపట్టాలు ఏర్పడ్డాయన్నమాట. మధ్యలో పున్న నిమ్మభాగం (dip) లో 3గోలీలను వరసగా పేర్చండి. మరో గోలీని ఎడమపక్క ఎత్తుభాగం నుంచి వదిలితే అది మధ్యలోకి దొర్కుకుంటూ వచ్చి మధ్యలో ఉన్న గోలీలను ఢి కొడుతుంది. అందులో కుడిపక్కన ఉన్న గోలీ మాత్రమే కుడిపక్క ఎత్తుకు ఎక్కుతుంది. ఎడమమైన రెండు గోలీలను వదిలితే కుడిమైనకు కూడా రెండు ఎక్కుతాయి. ఈ ప్రయోగం సరదాగా ఉండడమే కాకుండా ద్రవ్యవేగాన్ని సూక్తాన్ని కూడా రుజువు చేస్తున్నదని గమనించవచ్చు.

ఇంకా పొడవమ్మ చీపురు పుల్లల్ని వాడి పొడవాటి రైలు మార్గాన్ని నిర్మించండి. అక్కడక్కడా రైలు క్రాసింగులు, స్టేషన్లు, వంతెన్న ఉన్నట్టుగా గుర్తులుంచుకోండి. పట్టాల్ని ఏటవాలుగా ఉంచేట్లు బంకమన్ను ముద్దలు వాడుకోండి. ఒకవైపు గోలీని వదిల్తే అది త్వరణంతో మరోమైపునకు పరుగిత్తుకొని వస్తుంటుంది.

### Marble Train

When the phooljhadoo (broomstick) soft portion has worn out and reduced to a stub, it is still of great use for making the track of the marble train. Take two round phooljhadoo sticks about 30 cms long and bend them 2 cms. in the middle (Fig 1). Embed the ends into lumps of plasticine or clay. Support the middle portion of the sticks with a bit of clay too. The ends should be 3 cms. higher than the middle. The distance between the sticks should be 5 mm. or so such that a marble can roll smoothly on the track. Place three marbles at the 'cup' of the track. Now roll one marble down the left incline (Fig 2). It will hit the three marbles but on impact only one marble will be ejected up the right incline (Fig 3). Try rolling down two marbles together. On impact only two marbles are ejected up. This beautifully illustrates the principle of conservation of momentum.

You can also make a long and winding marble track using phooljhadus and bits of clay (Fig 4). The bends and the incline should be gradual. Make stations, crossings, bridges and tunnels to give your marble train a realistic look. This marble train will provide you hours of fun as you see the marbles roll down the tracks.

## ఫ్లైకాగన్సు

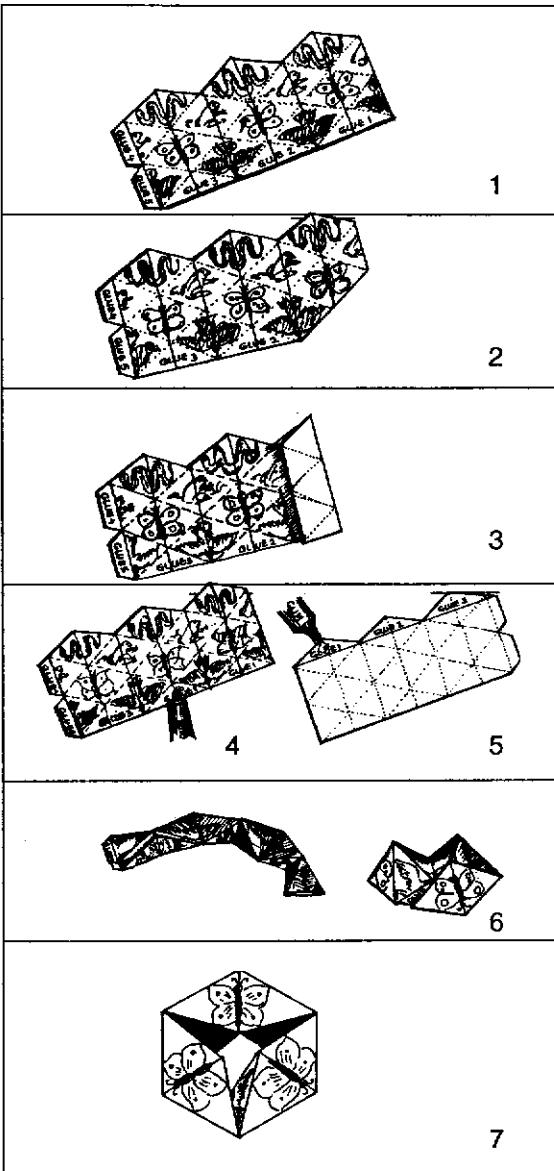
ఫ్లైకాగన్సు ఒక అద్భుత నమూనా. దాని కేంద్రంలోకి తిరిగిన ప్రతిసారి కొత్త బొమ్మ ఒకటి కనపడుతుంది. నాలుగు దశలు ఉన్న క్రమాన్ని, చక్కియగతల్ని చూపించబానికి దీనిని ఉపయోగించవచ్చు. ఈ పుస్తకం మధ్యలో నాలుగు ఫ్లైకాగన్సు తయారు చేసుకోటానికి కార్బూలు ఉన్నాయి. వీచికి ఒక వైపున బొమ్మలు ముద్దించి ఉండగా, ఇంకోవైపు సాదాగా ఉంది. ఫ్లైకాగన్సు తయారు చేసే విధానం ఇది. ముందుగా అట్టముక్కుని బొమ్మలు అంచుల వెంట జాగ్రత్తగా కత్తిరించండి (పటం 1). చిన్న గీతలతో (---) ఉన్న 8 కర్డులను వెనక్కి వైపునకు మదవండి (పటం 2). ఆరు నిలువు గీతలను బొమ్మ వైపునకు మదవండి (పటం 3). ముందు జిగురు అంచీంచకుండా ముద్దిచి చూడండి. అది ఎలా పనిచేస్తుందో తెలిసిన తరువాత జిగురు అంచీంచండి. ముందుగా బొమ్మ ఉన్నవైపు జిగురు 1,2,3 అన్న వాటికి జిగురు పూయండి (పటం 4). బొమ్మకి వెనక్కి వైపు త్రికోణపు కార్బూల మీద కూడా జిగురు పూయండి, సాదాగా ఉండే ఈ వైపు ముద్దించి లేదు (పటం 5).

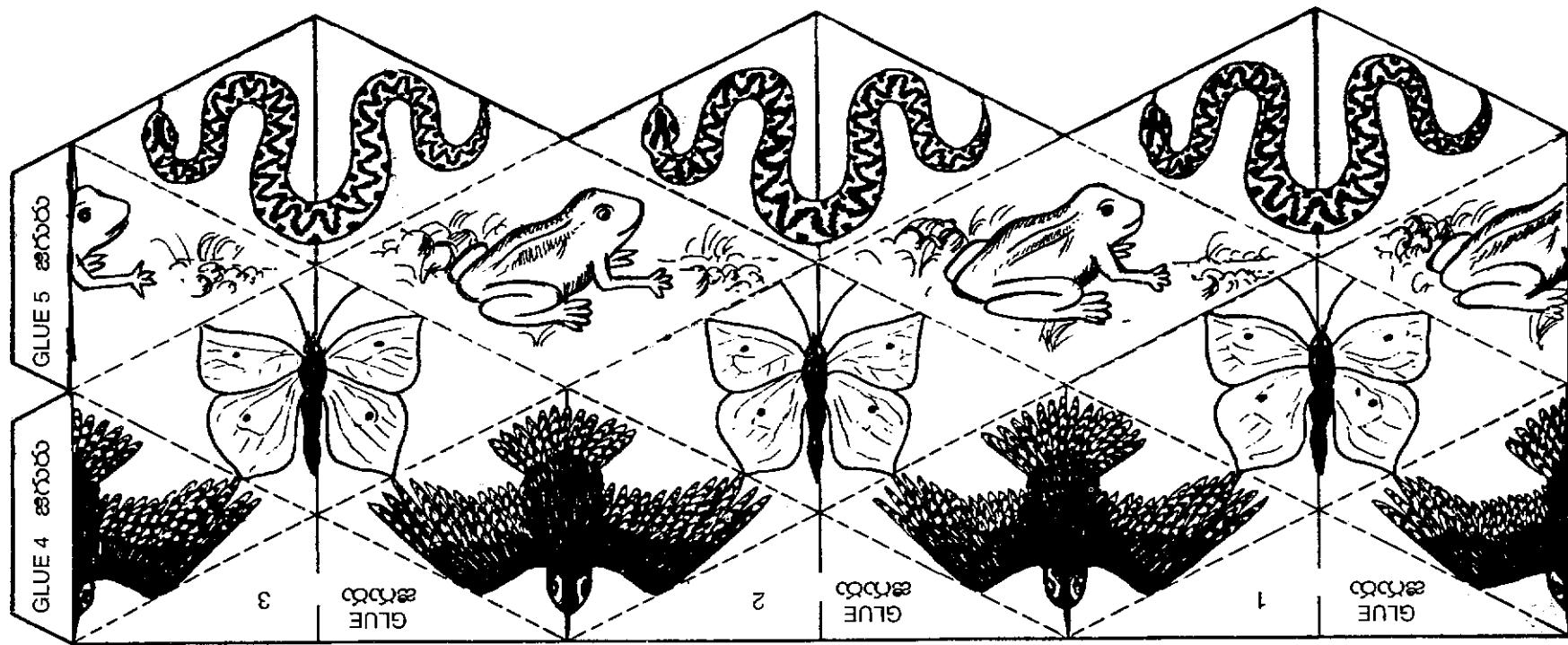
బొమ్మ పున్న జిగురు 1ని, బొమ్మ లేని వైపు జిగురు 1తో అతికించాలి. ఇలాగే జిగురు 2,3లకు చేస్తే గొలుసు వీర్యదుతుంది (పటం 6). జిగురు 4,5లకు కూడా జిగురు పూయండి. వాటిని రెండో వైపుకి దోహితే వృత్తం పూర్తి అవుతుంది (పటం 7). వెంటనే ఆరిపోయే ఘేవిబాండ వంటి జిగురు ఉపయోగిస్తే బాగుంటుంది. నమూనా ఆరిన తరువాత లోపలివైపుకి ఎంత సేపు తిప్పుతున్న అంతముందదు.

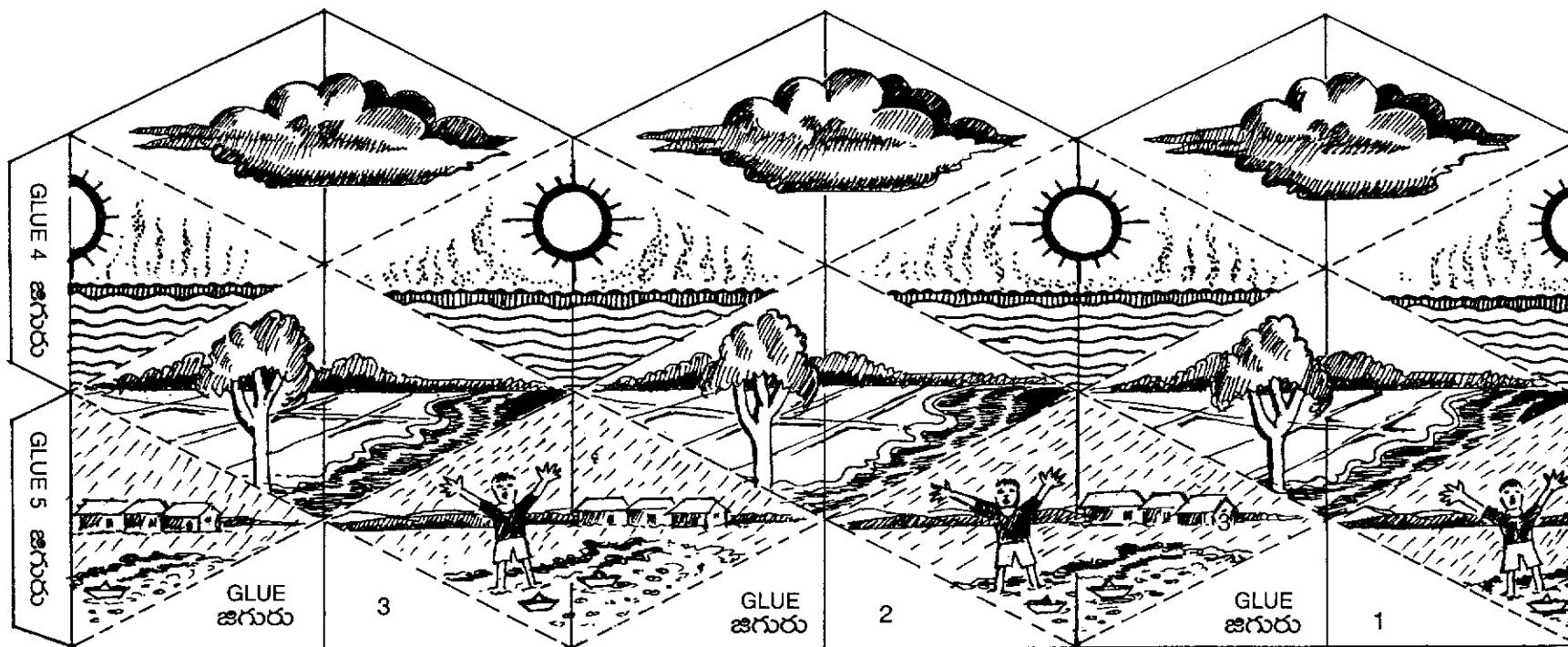
## Flexagons

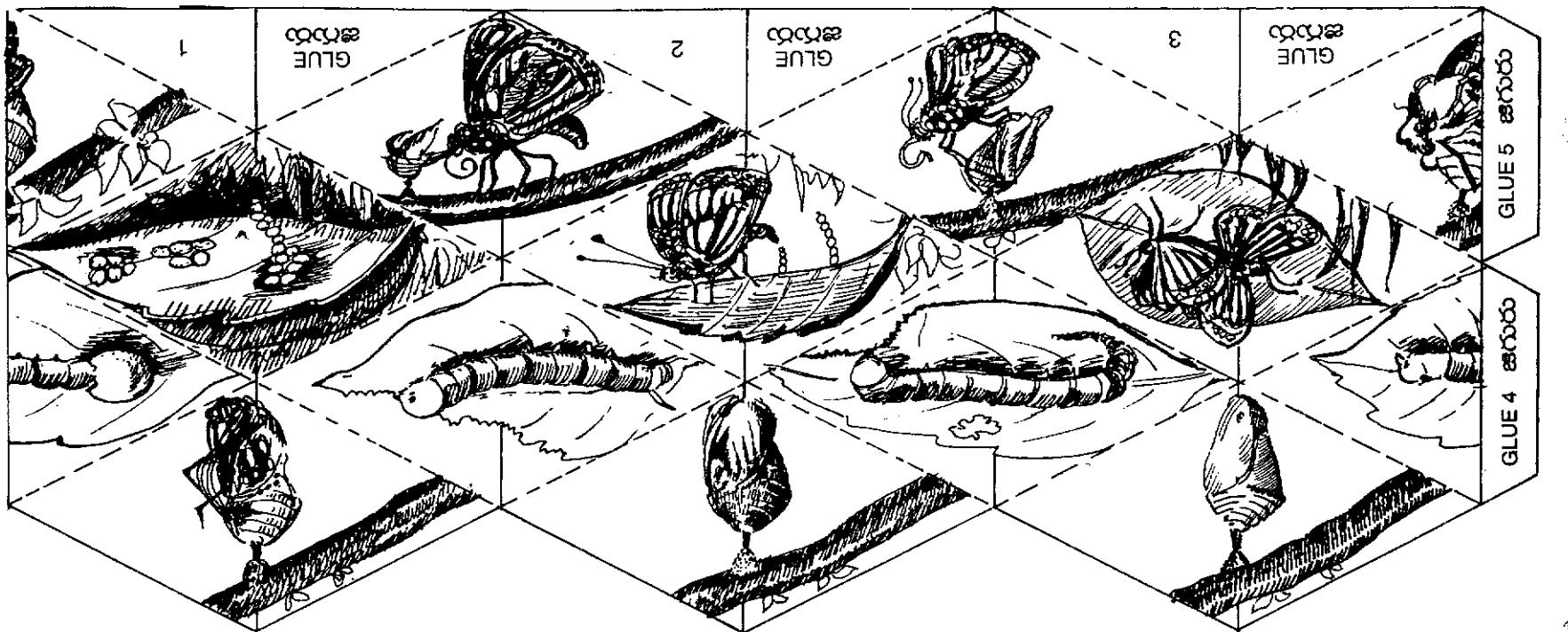
The flexagon is an amazing model. Each time that it flexes about its centre a different picture comes into view. It can be used to depict any four stage cycle or sequence. Four flexagon networks printed on thin card sheets are stapled in the middle of the book. The card sheets have the printed network on one side. The reverse side is plain white. Make the flexagons as follows: First cut out the network precisely along the outline (Fig 1). Fold all eight diagonal lines (marked with dashes) away from the picture (Fig 2). Fold all six vertical lines towards the picture (Fig 3). First try to assemble the model without applying glue. When you can see how it fits together glue in order of 1,2,3. Glue 1,2,3 on the picture side (Fig 4). Apply glue also to the three triangular hills on the plain side of the sheet (Fig 5). These have not been marked on the network.

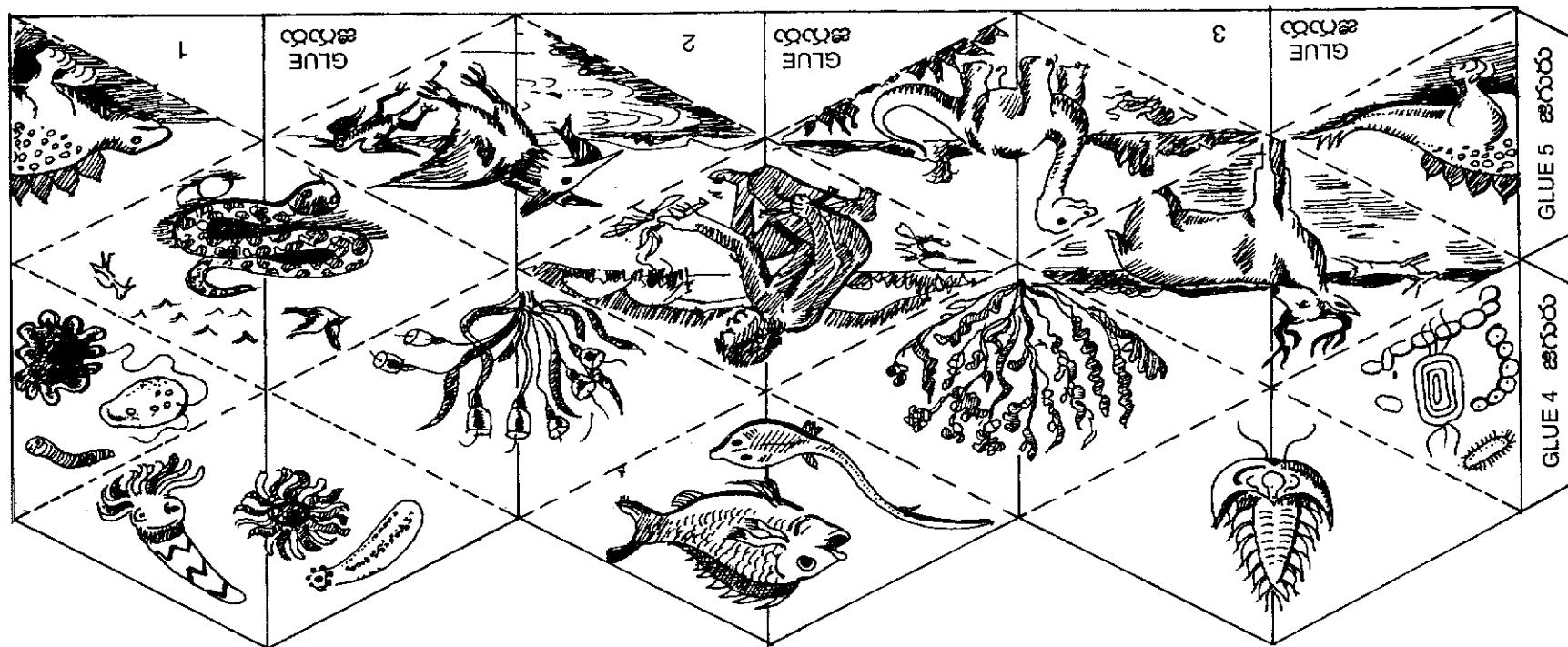
Stick Glue 1 of picture side to Glue 1 of plain side. Do the same with Glue 2 and Glue 3, to get the chain (Fig 6). Apply glue to flaps 4 and 5. They go inside the pocket to complete the ring (Fig 7). The use of a quick dry impact adhesive like Fevibond gives better results. Once the model is dry flex it away to glory.

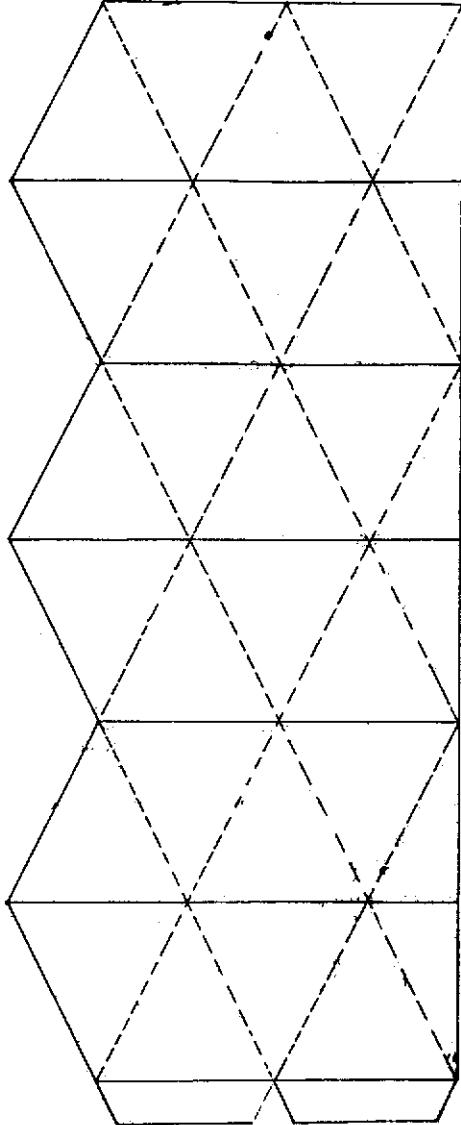












### ఫ్లెకాగన్సు గురించి మరికొంత ముఖ్యట

ఈ పుస్తకంలో 4 రకాల ఫ్లెకాగన్సున్నాయి. ఇవి :

1. జలచక్రం : ఎ) సూర్యురశ్చి వల్ల సముద్రపు నీరు ఆవిరిగా మారడం. బి) ఆవిరైన నీరు మేఘాలరూపాన్ని దాల్చడం. సి) మేఘాలు చల్లబడి వర్షించడం. డి) వర్షపునీరు కాలవలు, నదుల ద్వారా తిరిగి సముద్రంలో కలవడం. ఈ నాలుగు దశలూ పునరావృత్వాత్మంటాయి కదా!

2. జీవపరిణామ క్రమం : ఎ) 300 కోట్ల సంవత్సరాల కిందట ఆశ్లేషాంటి చిన్న మొక్కలు. బి) 60 కోట్ల సంవత్సరాల కిందట చేపల్లాంటి చిన్న జంతువుల ఆవిర్యావం. సి) 23 కోట్ల సంవత్సరాల కిందటి సరీస్యపాలు. డి) 7 కోట్ల సంవత్సరాల కిందట మానవులతో సహ కీర్తిరాలు ఆవిర్యవించడం.

3. సీతాకోకచిలక జీవిత చక్రం : ఎ) సీతాకోక చిలక గుడ్డ. బి) గుడ్డనుంచి లడ్డె (లార్జు) పురుగు. సి) లడ్డె పురుగు కోశస్థ దశలోకి మారడం. డి). కోశస్థదశనుంచి బయలీకి వస్తున్న చక్రీయ దశల మధ్యనే సీతాకోక చిలక జీవిస్తుంది.

4. ఆవోరం శృంఖలం : ఎ) చిన్న కీటకాలు. బి) కీటకాల్చి తినే కప్పలాంటి జంతువులు. సి) కప్పల్ని తినగలిగే పాము లాంటి జీవులు డి) పాముల్ని మింగే గడ్డలు.

### Flexagons continued

The printed card flexagon networks have the following stages.

**WATER CYCLE** (a) the sun evaporating water from the oceans leading to (b) cloud formation which results in (c) rainfall which (d) fills all the reservoirs with water.

**EVOLUTION** (a) 3,000 million years, early sea with algae and simple water plants (b) 600 million years, fishes, molluscs and crustaceans (c) 230 million years, dinosaurs (d) 70 million years, emergence of mammals including human beings.

**BUTTERFLY's LIFECYCLE** (a) female laying eggs (b) caterpillar emerging from egg/moultling (c) pupa and (d) a butterfly emerging from the pupa.

**FOOD CHAIN** (a) butterflies (insects) eaten by (b) frogs who in turn are eaten by (c) snakes, who form the food for (d) eagles (birds).

Actually the flexagon is a very powerful model for depicting any sequence or cycle - and nature is full of them. A plain network is given. Trace it and make several cycles/chains on your own. Sticking the network on a old thin cloth (old sari) and then cutting, folding and pasting, makes very long lasting flexagon.

## గ్లోబ్ కానెపంతో ఫ్లైక్సాగన్

ఫ్లైక్సాగన్ మొజాలో వద్దాక ఇవా యలాంటివి ఎన్నింటినో చేసి ఆనందించాలనిపిస్తుంది. గీతలగీసుకోవడం, అతికించుకోవడం లాంటి జంబాటం లేకుండానే సాధాకాగితంతో ఫ్లైక్సాగన్నని తయారు చేయవచ్చు. పొడవు వెడల్చులు 2:1 నిష్పత్తిలో ఉండేట్లు ఒక దీర్ఘచతురప్రాకార దళసరి కాగితాన్ని తీసుకోండి. పొడవుకు సమాంతరంగా మధ్యలో మాడిచి (పటం 1) మడత రేకతో పొడవు అంచులు ఏకీభవించేటట్లు మరో రెండు మడతలు పటం 2లో మాడిరిగా చేయండి. కాగితాన్ని అలాగే పెట్టి వెడల్చుకు సమాంతరంగా 7 మడతలు ఒకేవైపునకు వేయడం ద్వారా పటం 3లో చూపినట్లు 8 భాగాల్ని (అన్ని చతురప్రాకారపువి) చేయండి. ఈ అన్ని చతురప్రాల మూలల్ని కలుపుతూ వాని కర్కాల వెంబడి ప్రైమడతలకు వ్యతిరేకించి మడవండి. కుడివైపున్న 8వ చదరాన్ని కొంచెం 7వ భాగంలోకి వెళ్లి కక్కిరించి చేయండి (పటం 4). ఇప్పుడు 7వ చదరపు రెక్కుల్ని ఎదుపువక్కున్న మొదటి చదరం సంచిలో దూర్చి పట్టుజసట్టకాన్ని తయారు చేయండి (పటం 5). ఇప్పుడు పటం 6లో చూపినట్లు పట్టకపు ముడతల్ని లోనికి ముదుచుకొనేట్లు చేయండి. సులువుగా తిరిగే ఫ్లైక్సాగన్ ఆకారంలోకి పట్టకం ముదుచుకొంటుంది. ఇప్పుడు ఫ్లైక్సాగన్ రాంబెస్ల మీద మీకిష్టమైన చక్కియ క్రమానుగతుల దశల్ని చిత్రించి ఆనందించండి.

ఈ సచలన భుజి (ఫ్లైక్సాగన్)ని 40 సంవత్సరాల కిందటనే డీజైన్ చేశారు. అప్పట్టించీ దాన్ని రకరకాల అవసరాలకు వాడుతూ వున్నారు. సాధారణంగా బహుళ జాతి కంపెనీలు తమ కంపెనీల వుత్పత్తుల బొమ్మల్ని, ప్రకటనల్ని చిత్రించి ఫ్లైక్సాగన్నను ప్రచారసిమిత్తం ఉపయోగిస్తున్నాయి. విద్యార్థుల్లో కూడా వీటిని ఉపయోగించవచ్చని తెలుసుకున్నాం!

### Plain Paper Flexagons

Having caught the flexagon bug you'll like to make many more. Here is a no-net-work, no-nonsense way of folding flexagons out of plain paper. No gluing is necessary.

Take a rectangular (20 cms x 10 cms) sheet of bond or any stiff paper. The rectangle should be made up of two exact squares (Fig 1). Crease the midline along the length, and fold the long edges to this midline (Fig 2). Fold eight equal segments along the width (Fig 3). Fold the diagonal creases using a straight edge (Fig 4) and then cut off slightly more than one segment. Insert the seventh segment into the pocket of the first segment to make a prism (Fig 5). Crease the top and bottom edges of the prism inwards (Fig 6). When the folds are at this stage rotate several times to reinforce the creases. Draw any attractive pattern, cycle or sequence on the four facets of this model.

Flexagons were invented about 40 years ago. Since then they have been put to a variety of uses, including sales promotion of products by multinationals. But as you can see flexagons have many more interesting educational possibilities.

## విల్లుతో ట్రైల్

మనం వస్తువుల్ని కంటీతో చూస్తాం. ఆ వస్తువును కంటీ ఎదుటనుంచి తీసివేసినా దాని రూపం మనం ముస్తిష్యంలో కొంత కాలం (సెకన్డ్స్ 16వ మంతు కాలం) మేర ఉంటుంది. ఈ ర్ధగ్రిష్మయాన్నే దృష్టి నిశ్చలత లేదా పర్చిస్తేన్న ఆఫ్ విజన్ అంటారు. ఈ సూత్రం ఆధారంగానే సినిమాలు, టీ.వి.లను మనం చూడగలుగుతున్నాం.

గ్రామాలలో వద్దంగి పిరసానిని వాడడం మీరు చూసే వుంటారు. పిరసాని లాంటి నమూనాని తయారు చేసి దృష్టి నిశ్చలతను పరిశీలించవచ్చు.

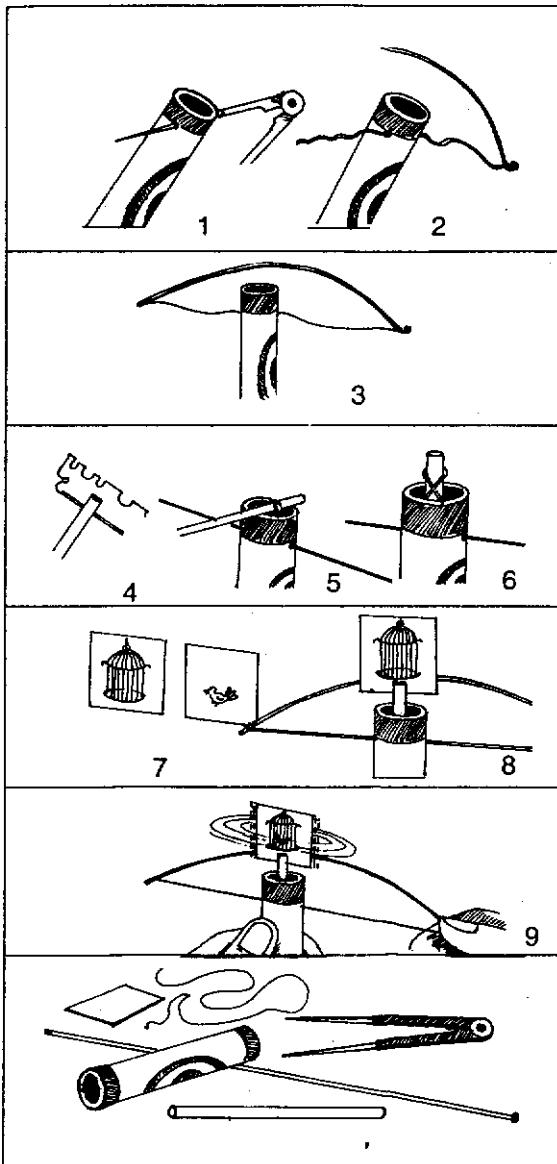
ఈక ఖాళీదారపు బంతి రీలును తీసుకొని పటం 1లో మాదిరి ఒక చివరకు 1 సెంటీమీటరు దూరంలో అడ్డంగా రంధ్రం చేయండి. ఒక దారాన్ని పటం 2లో లాగా ఆ రంధ్రంలోంచి దూర్చి పటంలో చూపినట్లు దారపు చివర్లను ఒక సైకిల్ చక్రపు పుల్ల చివర్లకు వంచి కట్టండి. దారం కాస్త వదులుగా ఉండాలి. 10 సెంటీమీటర్ల పొడవగల కుంచె చీపురు పుల్లకు ఒక చివర సెంటీమీటరు లోతుకు మధ్యలో చీలిక చేయండి. ఈ చీపురుపుల్లను రీలులోంచి అవతలికి రంధ్రంద్వారా దూర్చింది. చీలిక చివర సైకి ఉండేలా కొంచెం కిందుగా దారంతో లాపును వేసి చీపురుపుల్లను స్థిరంగా ఉంచండి (పటం 6). విజటీంగ్ కార్ట్ సైజలో దళసరి కాగితపు ముక్కల్ని తీసుకుని రెండువైపులా వేర్చేరు బొమ్మలు (ఉడా: వంబరం, చిలక) గీసి చీపురు పుల్ల చీలికలో దూర్చి (పటం 8) విల్లును పటం 9లోలాగా ఆటూ యిటూ లాగితే చీపురుపుల్ల, దానితో పాటు విజటీంగ్ కార్ట్ తిరుగుతాయి. రెండుబొమ్మలూ కలిసి పంజరంలో చిలక ఉన్నట్లు కనిపిస్తాయి. ఇంకా ఎన్నోరకాల బొమ్మల్ని గీసి ఆనందించండి.

## Bow Drill

Normally we see things with our eyes. But we continue to see a thing for a little while longer even after it has been removed from sight. This is called 'persistence of vision'. The principle of the ancient bow-drill, still in use by carpenters can be incorporated into an ingenious folktoy to demonstrate the persistence of vision.

Take an empty cotton thread reel. Make a hole about 1 cm. from one end with a divider point (Fig 1). Weave a thread through this hole (Fig 2) and tie its ends to the two ends of a cycle spoke bent into an arc (Fig 3). The bow string should be slightly loose.

A phooljhadu (broomstick) reed 10 cms. long is split for about 1 cm. on one end (Fig 4). Insert the other end of the reed inside the reel and yank out the thread (Fig 5). Rotate the reed by 180 degrees and insert it inside the reel so that the thread loops once around the reed (Fig 6). Make a bird and a cage on either side of a 3 cms. square card sheet (Fig 7). Wedge the card in the slit on top of the reed (Fig 8). On moving the bow to and fro the reed twirls and the bird appears to be engaged (Fig 9).



## విల్లుతో చేసిన డ్రిల్లుతో మరకొన్ని ప్రయోగాలు

ఈ డ్రిల్లులో ఒక చక్కని యాంత్రిక సూత్రం యిమిడి వుంది. రేఖీయ గమనాన్ని క్రమంగా మారుస్తున్న సాధనం యాది. అనగా సరళరేఖల్ని చలనాన్ని వృత్తార్థ చలనంగా మారుస్తోందన్నమాట. ఈ సూత్రం ఆధారంగానే స్థిరము ఇంజను, బస్సుల్లో చక్కలు తిరుగుతున్నాయి. మనం తయారు చేసిన డ్రిల్లులో విల్లును లాగినపుడు విల్లు దారం సరళరేఖలో కడులుతుంది. కానీ ఈ దారం చీపురు పుల్లుచుట్టూ లాపుగా కూడా ఉండడం వల్ల చీపురు పుల్లును గుండ్రంగా తిప్పగలుగతన్నది. మరి క్రమం గమనాన్ని రేఖీయ గమనంగా మార్గగలమా! తప్పకుండా! శక్తి మార్పు రెండు వైపులకూ జరుగుతుంది. మనం రేడియోల్లో స్టేషన్లు మార్చే మీటను గుండ్రంగా తిప్పుతూంటే, స్టేషన్లను చూచే సూచిక (Pointer) సరళరేఖలో కడులుతేంది కదా!

ఇప్పుడు ఈ డ్రిల్లుతో కొన్ని గడిత శాస్త్ర ప్రయోగాల్ని చేసి చూచ్చాం. ఒక వృత్తాన్ని దాని వ్యాసం అక్షంగా తిప్పితే అది గోళాకృతిని సూచిస్తుందనీ, సమకోణ త్రిభుజాన్ని లంబకోణం గల ఏ భూజం అక్షంగానైనా తిప్పితే శంఖాకృతి వీర్పుడుతుందనీ, చతురస్రాల్ని భూజాలకు సమాంతరంగా తిప్పితే స్తూపాకృతులు వీర్పుడతాయినీ మనకు తెలుసు. ఈ విషయాన్ని ప్రయోగపూర్వకంగా నిర్మారించుకోవచ్చు. ద్విమితీయంలో (2D) ఉండే పైన తెలపబడిన వృత్తం, చతురస్రం లాంటి వానిని డ్రిల్లు చీలికలో ఉంచి తిప్పండి. త్రిమితీయ (3D) నిర్మాణాలు కనిపంచడం గమనించండి. పటం 11లో చూపినట్టు వృత్తాన్ని తిప్పితే పటం 12లో చూపిన గోళాకృతి వీర్పుడుతుంది. పటం 10లో మాదిరిగా ఇలాంటి నిర్మాణాల్నే తయారు చేసి తిప్పితే ఏర్పడే త్రిమితీయ ఆక్షతుల్ని గుర్తించండి.

## Bow Drill continued

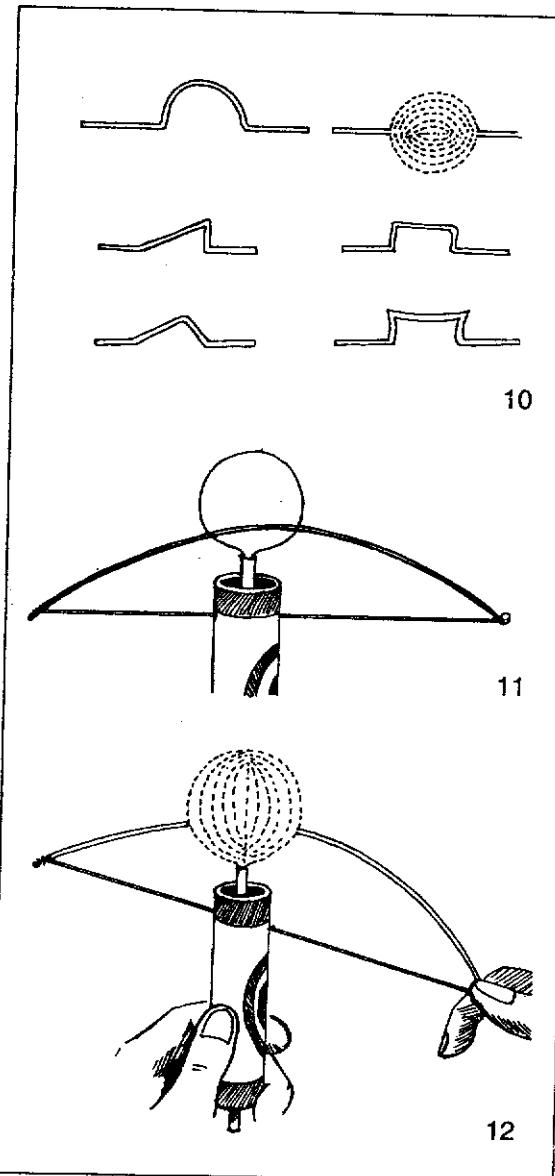
The bow drill is a beautiful mechanism. This rudimentary machine converts straight line motion of the bow, into rotary motion of the reed.

If, however, the reel is held in one hand and the reed rotated, it moves the bow to and fro. This familiar mechanism is used in all radio knobs, where rotary motion of the knob is converted into the straight line motion of the pointer.

This mechanism can also be used for producing rotation of solids. Take pieces of soft wire and bend them in sections shown in Fig 10. Now twirl them between your fingers to produce a solid of rotation.

If you make a circular hoop of wire and wedge it in the reed of the bow drill (Fig 11), on rotation you will see the spherical profile of a revolving circular hoop (Fig 12).

If the wire hoop is bent into a rectangular shape then on rotation you will see a cylinder. Make several such interesting rotation of solids.



### మూకీ చలన చిత్రం

దృష్టి నిశ్చలత్వం లేదా పర్సిస్టెన్స్ అట విజన్ అన్న నియమాధారంగానే మనం సినిమాలు, టీవీలు చూడగలుగుతున్నామని ముందు అనుకున్నాం కదా! ఇప్పుడు మనం ఒక మూకీ చిత్రాన్ని తయారు చేస్తాం.

చీకటి గదిలో ఒక జ్ఞాల లేని అగ్నిపుల్లను పట్టుకొంటే ఒక బిందువుద్దగ్గర వెలుగు వున్నట్టు గుర్తిస్తాం. ఇప్పుడా అగ్నిపుల్లను గిరి గిరా తిప్పితే వృత్తాకారంలో వెలుగు రేఖలు చూస్తాం. రకరకాల ఆకృతుల్లో అగ్నిపుల్లను గిరిగిరా తిప్పి చూడవచ్చు. కానీ వెలుగు వస్తున్నది ఒక బిందువు నుంచి మాత్రమే!

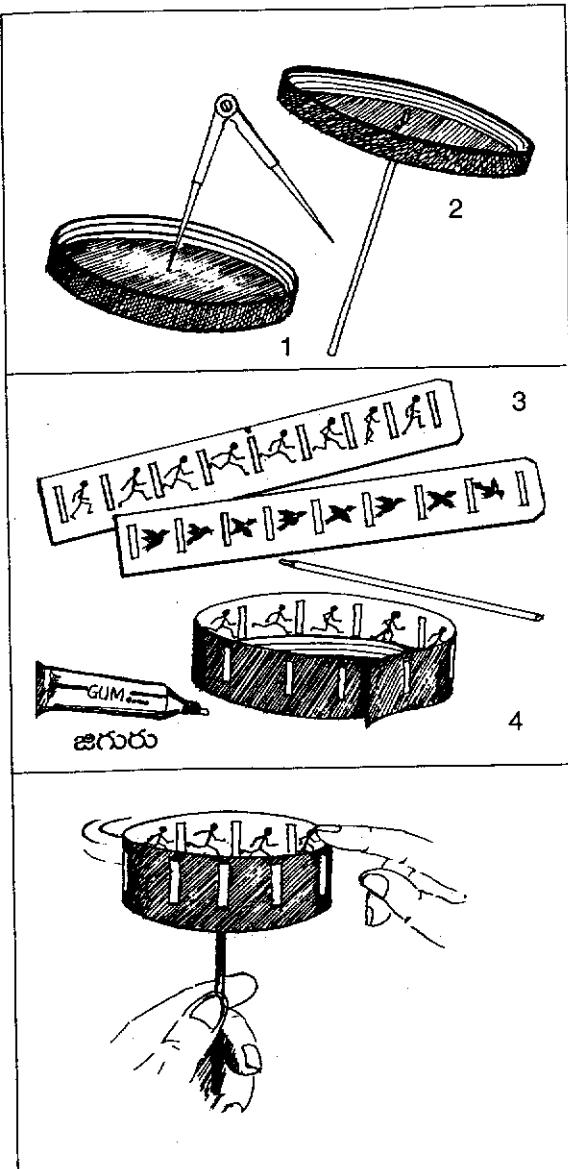
మీ భాళీ నోటు పుస్తకంలో పరసగా పేజీలమీద ఒక క్రమానుగతిలో ఏమైనా భౌమ్యల్ని గీయండి. ఇప్పుడు పేజీలను చరచరా విడపుర్చి చూస్తే భౌమ్యల్ని కడలిక ఉన్న బ్రాంషి కలుగుతుంది. మూకీ చిత్రం వెనుక ఈ సూత్రమే ఉంది. 10 నెం.మీ. వ్యాసం ఉండే ఏదైన ప్లాస్టిక్ జాడి మూత మధ్యలో కాంపాన్ పెట్టేలోని విభాగినితో చిన్న రంధ్రం చేయండి (పటం 1). బాల్ పాయింట్ పెన్ రీఫిల్కు ఉండే ఇత్తడి ముక్కును ఊడదీసి ఈ రంధ్రంలో దూర్చండి. ఇప్పుడా కడసరి కాగితాన్ని తీసుకొని రిబ్బునీలాగా పొడవుగా కత్తిరించుకోండి. దాని మీద అంగుళం ఎడంతే సమానదూరాల్లో వెడల్పు అంచుకు సమాంతరంగా ఉండేటట్లు పటం ఇలో మాదిరిగా రంధ్రాలు చేయండి. రంధ్రానికి మధ్య ఉండే భాళీ చోట్లలో క్రమానుగతిని చూపే అనేక భౌమ్యల్ని గీయండి (ఉదాహరణకి పరిగెత్తుతున్న మనిషి, లేదా ఎగురుతున్న పక్కి). ఈ రిబ్బును ప్లాస్టిక్ అంచుమీద భౌమ్యుల్లోనికి ఉండేటట్లు అతికించండి (పటం 4). విభాగిని ముల్లను రీఫిల్ ముక్కుల్లో పుంచి ప్లాస్టిక్ మూతను తిప్పితే రిబ్బున్ కూడా తిరుగుతుంది. రిబ్బున్కి ఉండే రంధ్రాల్లోంచి చూస్తూ తిప్పితే పరిగెత్తే మనిషి, తిరిగి ప్రదర్శిస్తే భౌమ్యల్ని కడలిక వస్తుంది. దీన్నే అనిమేషన్ అంటాం. మీరు ప్రతివారం టి.వి.లో చూసే వాళ్ల డిస్ట్రిబ్యూషన్ చిత్రాలు ఈ కోవకు చెందినవే!

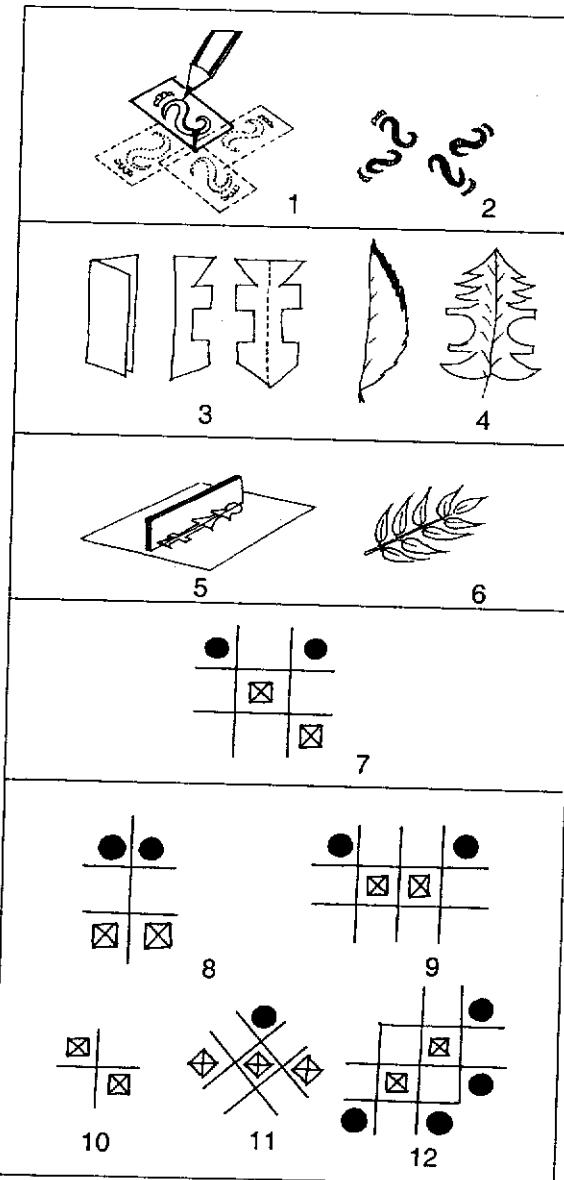
### Silent Motion Film

If you wave a smouldering matchstick in a dark room you will not see a distinct point of light changing position. On the contrary, as you move your hand you'll see a continuous curve of light. By moving your hand fast enough you can make a glowing figure of light circles or ovals. Try making a flip book in which pictures change very gradually from one page to the next. When you let the pages riffle by under your thumb, the pictures blend into one another and there is the illusion of motion. It is very much like looking at a film without sound.

Here is another way of making a short, soundless motion film.

Take a old plastic jar lid approx. 10 cms. in diameter and make a hole in its centre with a divider point (Fig 1). Insert the brass tip of a ballpen refill in this hole (Fig 2). The jar lid should rotate smoothly on the refill tip pivot. Cut a strip of card sheet long enough to go around the circumference of the lid. Draw gradually changing pictures on this strip. Cut slits between the pictures (Fig 3). Glue the strip on the rim of the lid with the pictures inside (Fig 4). On rotating the lid you'll see an animated motion picture of a man running. You could make a bird fly or a joker throw up eggs. For a better view colour the outside of the slit strip black.





### దర్శక ప్రతిబంహాల్స్ ప్రమోదాలు

ప్రకృతిలో సౌష్టవత అనంతం. సీతాకోకచిలక రెక్కల్ని చూడండి. పైకి ముదిస్తే రెండూ ఒకదానిమీద ఒకటి సరిగ్గా అమరుతాయి. ఈ రెక్కలు కలుసుకొనే రేఖను దర్శకసౌష్టవరేఖ అంటారు. ఒక పోస్టుకార్డులో వెద్దెనా బొమ్మురూపాన్ని కత్తిరించి దానిని తెల్ల కాగితం మీద ఉంచి ఇంకును రుద్దండి. తెల్ల కాగితం మీద బొమ్మ ముద్రించబడుతుంది. పోస్టు కార్డును మరొక కోణంలో ఉంచి అదే కాగితం మీద మళ్ళీ బొమ్మను ముద్రించండి. అలా అనేక బొమ్మల్ని పటం 1లో మాదిరిగా పలయకారంలో ముద్రించండి. ఈ బొమ్మల సముదాయానికి పలయసౌష్టవం వుందని అంటా (పటం 2). ఒక కాగితాన్ని మద్దకు మడిచి అంచుల మీదగానీ లేదా మడత మీదగానీ కత్తెరతో డిష్టైన్ కత్తిరించండి. కాగితాన్ని విడదీసి చూస్తే కుడి, ఎడమ భాగాలు జోడీగా ఉంటున్నట్లు దర్శక సౌష్టవం ఉండే ఉమ్మడి డిష్టైన్ కనిపిస్తుంది. చెట్ల ఆకులకు ఈ రకమైన సౌష్టవం ఉన్నదని గుర్తించండి (పటం 4). ఎన్నోన్నో కొత్త కొత్త తరచుల్లో బొమ్మల్ని యలా కత్తిరించి అనందాన్ని పొందండి. ఇలాంటి సౌష్టవం ఉన్న బొమ్మల్ని సగమే గేసి పక్కనే అధ్యానిస్తే ఉంచితే మిగతా సగం ప్రతిబింబంగా ఏర్పడుతుంది (పటం 5). సంయుక్త పత్రాల మధ్యవుంతం మీద అధ్యానిస్తే ఉంచి చూస్తే మొత్తం ఆకు కనిపిస్తున్నట్లుంటుంది (పటం 6).

పటం 7 మీద అధ్యానిస్తే రకరకాల స్థానాల్లో వివిధ కోణాల్లో ఉంచి ప్రతిబింబంలో కలిపి సంయుక్తంగా చూస్తే పటం 8,9,10,11,12 లలో చూపిన చిత్రాలు కనిపిస్తాయా.

### Mirror Puzzles

Nature is replete in symmetry. A butterfly's wings are a good example. One half of the wings can be folded on to the other half to match exactly. The fold then becomes the line of symmetry. Cut a pattern on a postcard. Push a pin in one corner and draw the pattern (Fig 1). Rotate a quarter turn and draw again. Repeat it to get Fig 2. It shows rotational symmetry.

Fold a paper in half. Cut shapes in its edges. Open the paper to see pattern (Fig 3). Which is the line of symmetry? You can use leaves too for this purpose (Fig 4). Invent lots of new shapes. Draw a shape and put a mirror besides it so that the shape doubles itself (Fig 5). Search for compound leaves that look as if they have been doubled up in a mirror (Fig 6).

Stand the mirror on Fig 7. Slide and turn the mirror to see the patterns change. Now orient the mirror on Fig 7 in such a way so that you can see the patterns which match with Fig 8. Is your mirror on a vertical line facing to the right? Again place the mirror on (Fig 7) in different orientations to get Fig 9, 10, 11 & 12.

## అద్దాలలోని ప్రతిబంబాలతో మరికొన్ని సరదాలు

పటం 13లో చూపిన బొమ్మలు చాలా చిత్రమైనవి. ఒకటేమో నల్లని వృత్తాలు, ఖాళీ చదరాలతో పడుకన్న 'S' లాగా వుంది. రెండో బొమ్మలో ఒక చిన్న కోడిఫిల్ల వుంది. అద్దాన్ని ఈ బొమ్మల మీద వేర్చేరు బోటల్లో వెలచెట్టి, వస్తువును దాని ప్రతిబింబాన్ని సంయుక్తంగా చూస్తే మనకు విభిన్నమైన ఆకృతులు కనిపిస్తాయి. కానీ మిమ్మల్ని తమాపా పట్టించాలని ఇలా చూస్తే సాధ్యపడని బొమ్మలు కొన్నింటిని పటంలో చూపాం. ఏ బొమ్మలు అద్దంతో చూస్తే కనిపిస్తాయా, ఏవి అలా చూడ్దానికి అసాధ్యమో చెప్పగలరేమో ఫ్రయత్తించండి. ఇలాంటి బొమ్మల్ని మీరు మరి కొన్ని గీసి అధ్యంతో చూసి అనందించండి.

కొన్ని వస్తువులకు ఒకటి కన్నా ఎక్కువ దర్జా సౌష్ఠవ రేకలు వున్నట్లు మీరు గుర్తించి వుంటారు. ఉదా. చతురస్రం, రాంబస్. చతురస్రానికి ఘజాలకు సమాంతరంగా రెండు, కర్కల మీద మరో రెండు దర్జం, సౌష్ఠవ రేఖలు వున్నాయి. రాంబస్లో కర్కల మీద సౌష్ఠవ రేఖలు వున్నాయి. కొన్ని వస్తువులకయితే దర్జణసౌష్ఠవ రేఖ అనలే వుండదు. ఉదా: పాదరక్ష, వృత్తానికయితే ఇలాంటి రేఖలు అనంతం. ఎందుకంటే ప్రతి వ్యాసమూ ఒక సౌష్ఠవ రేఖే!

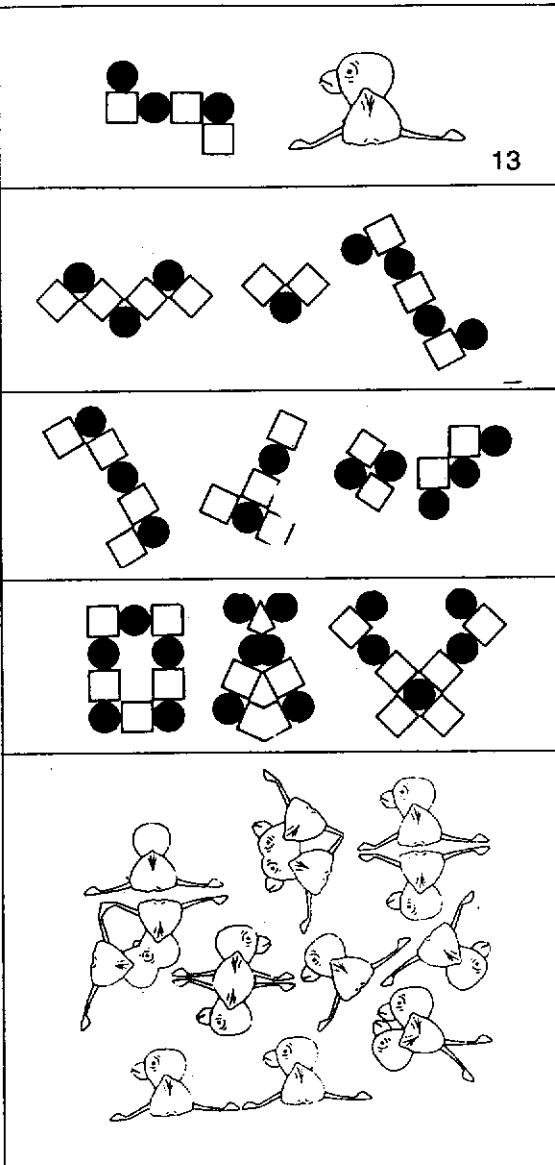
ప్రకృతిలో అనేక వస్తువుల్లో సర్వత్రా కనిపించే సౌష్ఠవత్వాన్ని గుర్తించడం అలపరుచుకోండి. కొన్ని అక్కరాల లోను, అంకెల్లోను సౌష్ఠవాన్ని చూడండి. మీ పేరును రాసుకుని అందులో ఎన్ని అక్కరాలకు సౌష్ఠవత్వం ఉండో ఎన్నింటికి లేదో పరిశీలించండి. సౌష్ఠవత్వం పెద్ద పెద్ద నిర్మాణాల్లోనేకాక అఱస్థాయివరకూ ప్రాముఖ్యతను కలిగి వుంది.

### Mirror Puzzles continued

Two mirror masters - one composed of squares and dark circles, and the other of a chick are given in Fig 13. Each time you have to place your mirror on the mirror master only, in various orientations and get all the patterns given below. You'll be able to get most of them. But some of the patterns have been included to trick you. They are not simply hard, but they are impossible. Can you locate the impossibilities? If you have enjoyed these mirror puzzles why not make some of your own?

By now you must have seen that some shapes have more than one line of symmetry. Some have none. How many lines of symmetry are there in a square? Four, isn't it? Place a mirror strip on each of these lines and see how the square remains unchanged. Can you place the mirror to make squares of different sizes? on the other hand any line which passes through the centre of a circle is a line of symmetry, but can you place the mirror to make different sized circles?

Develop an eye for looking at symmetries. You'll find them everywhere - even in alphabets and numerals. Which alphabets have no line of symmetry? Which have one? two? Write your name in capital letters. Find the alphabets which have atleast one line of symmetry.



## నటబోట్లుతొను, బల్బులతొను సూక్షదర్శనులు

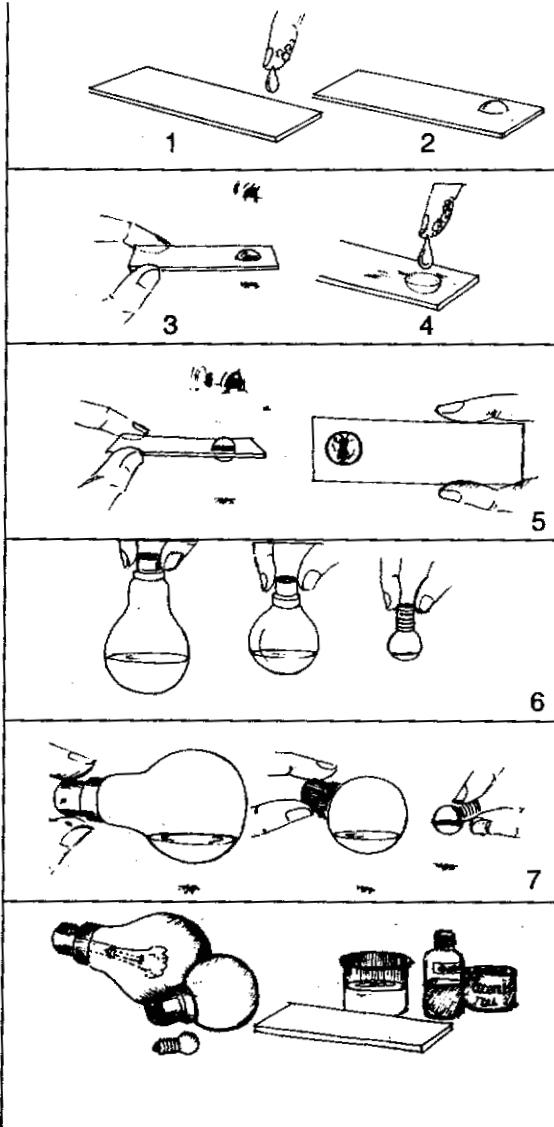
సమతలం ఉండే ఒక పారదర్శక గాజు పెంకును గానీ, హోస్టిటిల్లో లభించే గాజు సైదును గానీ తీసుకుని కొంచెం నూనె ఘూసి గుడ్లతో తుడవండి. ఒక అంచు దగ్గర సైదు మీద పటం 1లో వసె ఒక నీటి బోట్లును ఉంచితే అది సమతల కుంభాకార కటకంలాగా పనిచేస్తుంది (పటం 2). పటం 3లో చూపినట్లు ఈ చిందువు గుండా ఏదైనా సూక్షదర్శన వస్తువును (ఉడా: ఎర్రచీము) చూడండి. ఎలా కనిపిస్తోందో గ్రహించండి. ఇప్పుడు సైదును పెనక్కితిప్పండి. చిందువు ఆవలికైపున వేలాడుతు వుంటుంది. ఈ చిందువుకు సరిగ్గా పైన మరో నీటి బిందువును ఉంచండి (పటం 4). ఇప్పుడు ద్వికుంభాకార కటకం ఏర్పడింది. మళ్ళీ అదే వస్తువును ఈ కటకం ధ్వాలా చూసి సైజలో వచ్చిన మార్పును గుర్తించండి. వస్తువును పెద్దదిగా చేసి చూపటంలో ద్వికుంభాకార కటకానికి, సమతల కుంభాకార కటకానికి గల సామర్థ్యాల్ని పోల్చి పరిశీలించండి. నీటి బోట్లునే కాకుండా ఇతర ద్రవాల (గ్లిసెన్, కొబ్బరినూనె వ్యూరా)ను కూడా ఉపయోగించి కటకాల్ని చేసి పరిశీలించండి. ఏ ద్రవంతో మంచి సూక్షదర్శిని ఏర్పడుతుందో గ్రహించండి.

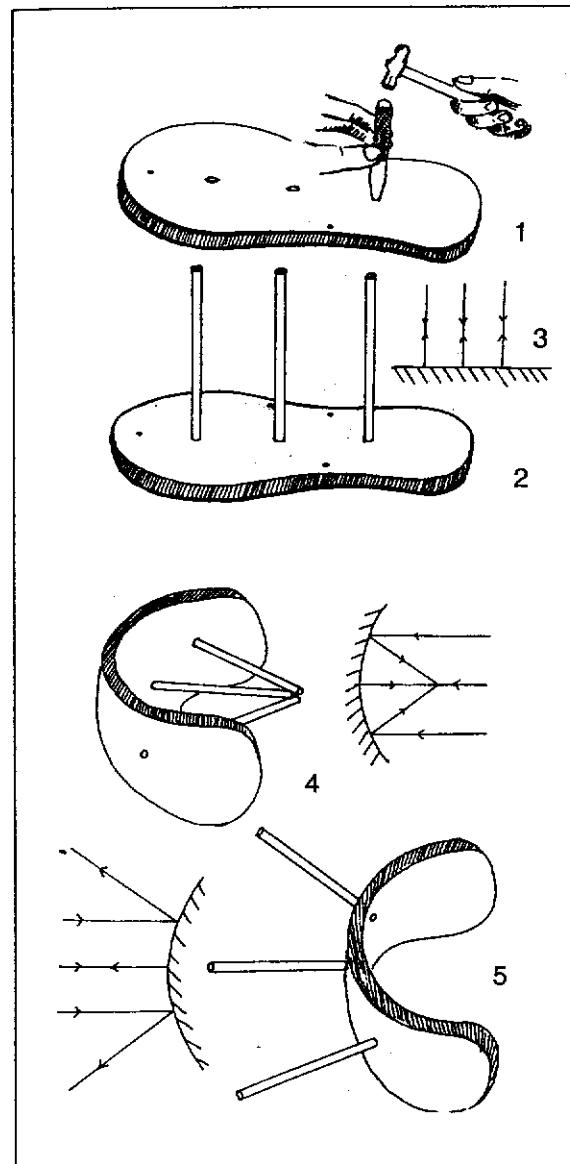
ఇంట్లో వాడిన తర్వాత కాలిపోయిన 40 వాట్లు, జీర్ణ వాట్లు బల్బుల్లి, టార్జిలైటు బల్బుల్లి సేకరించి రెసిన్ భాగాన్ని జాగ్రత్తగా పగలగొట్టి లోపల ఉన్న ఫిలమెంటును బయటికి తీయండి. బల్బు భాలీగా ఉండాలి. పటం 6లో మాదిరిగా బల్బులో సగానికి నీరు పోస్తే సమతల కుంభాకార కటకాలు ఏర్పడతాయి. ఏ కటకం మంచి సూక్షదర్శినిగా పనిచేసుందో గుర్తించండి. టార్జిలైటు బల్బుతో ఏర్పడిన కటకానికి అత్యంత సామర్థ్యం వుంటుంది. కటకం ఒక వస్తువును పెద్దదిగా చూపే సామర్థ్యానికి, దాని పలయవ్యాసార్థానికి (Radius of Curvature) విలోపానుపాత సంబంధం ఉండడమే దీనికి కారణం.

### Drop and Bulb Microscopes

Take a broken glass pane or slide and rub it on your hair to apply a thin layer of oil. Gently place a drop of water on the slide (Fig 1). The water drop 'sits' on the slide and makes a plano-convex (Fig 2). Look at some small print or an ant through the drop lens (Fig 3). Do the ant's legs appear any bigger? Now quickly invert the slide, so that the drop instead of 'sitting up' will be 'hanging down'. Place another drop on the slide right on top of the previous drop to make a double convex lens (Fig 4). Does the 'hanging-sitting' combination make any difference to the magnification (Fig 5)? Repeat the experiments using drops of glycerine and coconut oil instead of water. Does it make any difference to the clarity, magnification?

Remove the filaments of a 40 Watt, Zero Watt and torch bulbs by carefully hammering at the resin ends. Half fill the bulbs with water (Fig 6). The water surface in combination with the bulb curvature makes a plano-convex lens. Observe the same object through all the three bulbs (Fig 7). Which bulb magnifies the most? You'll see that the torch bulb with the least radius of curvature magnifies the most. Can you now see that magnification is inversely proportional to the radius of curvature.





### పాదరక్తతో కాంతికిరణ సమూహా

ఒక పాత హవాయి చెప్పు అడుగుభాగాన ఫుమారు 5 సె.మీ ఎడంలో 3 రంధ్రాలను చేయండి (పటం 1). 20 సె.మీ. పొడవుండే కుంచె చీపురుపుల్లన్నీ ఈ రంధ్రాలల్లో దూర్ఘండి (పటం 2). అవి సమాంతరంగా వుండి సమతల దర్శణాల మీద కాంతి కిరణ పతనం, పరావర్తనాల దిశల్ని చూపుతున్నట్లు గోచరిస్తాయి (పటం 3). కాంతి పుట్టాకార దర్శణ, మీద పడినపుడు ఏచిథంగా పరావర్తనం చెందుతుందో తెలుసుకుండాం. పటం 5లో మాదిరిగా చెప్పు అడుగును కుంభాకారంలోకి మండపండి. పుల్లలు సమాంతరంగా ఉండడానికి బదులు విచ్చుకొన్నట్లు ఉంటాయి. అంటే కాంతి కూడా కుంభాకార దర్శణం మీద పడినపుడు పరావర్తన కిరణాలు వికేంద్రికరించు కొంటాయన్నమాట. అందువల్లనే కుంభాకార దర్శణాన్ని కాంతి వికేంద్రికరణ (divergent mirror) అంటాం. మరి పుట్టాకార దర్శణం మీద పడ్డ కాంతి ఏచిథంగా పరావర్తనం చెందుతుంది? చెప్పును యిష్టుడు పుల్లలవైపు మండపండి (పటం 4). పుల్లలన్నీ కేంద్రికరించుకొని ఒక బీందువు దగ్గర కలుస్తున్నాయనిపోస్తుంది. అంటే కాంతికిరణాలు కూడా పుట్టాకారదర్శణం మీద సమాంతరంగా పడినా అవి కేంద్రికృతమౌతున్నట్లు పరావర్తనం చెందుతాయి. అందువల్లనే పుట్టాకార దర్శణాన్ని కాంతి కేంద్రికరణ (Converging mirror) అంటారు.

సాధారణ గాజుతో చేసిన సమతల దర్శణాన్ని పంచడానికి వీలుకాదు. ఒకవేళ రెడీమెండ దర్శణాల్ని వాడినా కాంతి రేకలు మనకు కనిపించవు. అందువల్ల వివిధ తరహాల ఉపరితలాల మీద కాంతి పరావర్తన నియమాల్ని ప్రత్యక్షంగా పరిశీలించలేం. పాద రక్తతో మనం చేసిన ఈ కిరణసమూహాతో పరావర్తన నియమాల్ని ఎంచక్కా అర్థం చేసుకోవచ్చు.

### Ray model

Punch out three holes 5 cms. apart on an old rubber chappal (Fig 1). Press fit 20 cms. long phooljhadu sticks in these holes.

When the chappal is lying flat, the sticks stand upright (Fig 2). Suppose the rubber chappal was a plain mirror strip, then light rays striking it at right angles will again retrace their path as in ray diagram (Fig 3).

What would happen if instead of a plain mirror you had a concave mirror? Just bend the rubber chappal inwards and see. The three sticks now converge at a point called the focus (Fig 4).

What would happen if instead of a plain mirror you had a concave mirror. Just bend the chappal the other way and you'll see the sticks diverging (Fig 5).

As glass cannot be flexed and rays are invisible, this model will be of some help in concretising the concept of ray diagrams through curved mirrors.

## రూలెట్ చక్తం

వాడేనిన బాల్ పెన్ రీఫిల్స్‌తో ఇప్పటికే మనం ఎన్నో ఉపయోగాల్ని చూశాం. బాల్ పెన్ రీఫిల్ ముక్కు మంచి బాల్ బెరింగు లాగా రీఫిల్ గొట్టం ఇరుసులాగా కూడా ఉపయోగించుకోవచ్చు. బాల్ పెన్ రీఫిల్ ముక్కునుంచి 1 సెం.మీ దూరంతో భైదుతో కోయండి. పటం 2లో చూపినట్టు పొడవు భాగపు గొట్టాన్ని రీఫిల ముక్కులోకి దూర్చి తిప్పితే సులభంగా ఇరుసులాగా తిరగగలదు (పటం 3). ఇప్పుడు రెండు భాగాల్ని తిరిగి వేరు చేసి వుంచుకోండి. ఒక పాత పొదరక్క అడుగునుంచి 1 సెం.మీ. వ్యాసంగల ముక్కును కత్తిరించి దాని మధ్యలో పటం 4లో చూపినట్టు చిన్న రంధ్రాన్ని చేయండి. ఒక కార్బూ బోర్డునుంచి 20 సెం.మీ వ్యాసంగల పెద్ద చక్కాన్ని కత్తిరించండి. దీని మధ్యలో పాదరక్కనుంచి కత్తిరించిన చిన్న ముక్కును అతికించండి (పటం 5). ఇప్పుడు చిన్న బిట్లు మధ్యలో ఉన్న రంగ్రంలోకి ముక్కున్న రీఫిల్ భాగాన్ని దూర్చండి. ముక్కు బయటికి ఉండాలి. 20 సెం.మీ. పొడవు, 1 సెం.మీ. వెడల్పు ఉండి ఒక చివర సూటిగా ఉండేట్లు పటం 6లో చూపిన సూచికను కూడా కార్బూ బోర్డునుంచి కత్తిరించుకోండి. దీనిమధ్యలో కూడా 1 సెం.మీ. వ్యాసంగల చెప్పు ముక్కును మరొకటి అతికించండి. ఇప్పుడు చెప్పు ముక్కు సూచికల గుండా రీఫిల్ నాళం చిగుతుగా వట్టిందుకు వీలుగా రంధ్రాన్ని చేయండి (పటం 6). రీఫిల్ పొడవు భాగపునాళాన్ని ఈ రంగ్రంలోంచి దూర్చి ఆవలివైపునకు 1 మి.మీ. మేర కనిపించేట్లు సర్దండి.

కార్బూబోర్డు చక్తం మీద (ముక్కున్న వైపు) 8 సెక్టార్లను సమంగా గుర్తించి రంగుపెన్సీళ సాయంతో సెక్టార్లకు రంగులు పూయండి. ఈ చక్కానికి అమర్చిన రీఫిల్ ముక్కును సూచికలో దూర్చిన రీఫిల్ నాళంలో దూర్చి చక్కాన్ని త్రిపుండి. గిరిగిరా తిరిగి ఆగిపోతుంది. ఏ రంగుమీద సూచిక ఆగిపోయిందో గమనించండి. సెక్టార్లమీద అంకెల్ని కూడా వేసుకొని స్నేహులాగా ఆడుకోవచ్చు. ఇద్దరికి మించి ఎందరైనా ఆటగాల్చు ఉండవచ్చు.

## Roulette

Empty ball pen refills are not for throwing for they make beautiful bearings. Cut a used refill about 1 cm. the top (Fig 1). Insert the plastic refill on its brass tip (Fig 2). The refill goes in very smoothly. The refill on its own brass tip makes a very-beautiful bearing (Fig 3). Punch a 2 mm. hole in a rubber disc cut out of an old chappal (Fig 4). Stick this disc at the centre of a 20 cms. diameter cardboard (Fig 5). Insert a 1 cm. refill with the brass tip in the disc hole (Fig 5).

Cut a 20 cm. long and 1 cm. wide pointer out of cardboard. Stick another rubber disc with a hole (Fig 4) at its centre. Insert a 8 cms. long plastic refill in this disc (Fig 6).

Place the refill in the pointer on the brass refill tip in the middle of the cardboard disc. On twirling the pointer refill, the pointer rotates very smoothly on the disc. Place a circular paper disc divided into 8 equal parts on the cardboard disc. The roulette has now become a dice of eight. By changing the paper disc you can make a dice of any number. You can also make a number of matching games - matching of colours, shapes etc.

## చీపురు పుల్లలతో గడిత పట్టికలు

మద్రాసుకు చెందిన శ్రీ పి.క. శ్రీనివాసన్ అమూల్యాత్మిన కృష్ణ ఈ గడిత పట్టికలను తయారు చేయడానికి స్వాత్మనిచ్చింది. సాధారణంగా ఎక్కులను విద్యార్థులు బట్టీ పెడుతుంటారు. అందువల్ల “నేర్చుకొనడం” అనే ప్రక్రియలో ఉన్న ఆనందానికి వాచు దూరమౌతున్నారు. నమాన కొలతలు గల 18 చీపురు పుల్లల సౌయంతో గడితపు ఎక్కాలను తయారుచేసుకోవచ్చు.

రెండు చీపురు పుల్లల్ని తీసుకొని ఒకడానిమీద మరొకబీ అడ్డంగా వుంచండి. పుల్లలు కలిసేది ఒకబోటే కదా! అంటే  $1 \times 1 = 1$  అన్నమాట. రెండు పుల్లల్ని అడ్డంగానూ వానిమీద ఒకపుల్లను నిలువుగాను ఉంచితే అలా పుల్లలు కలిసే బిందువులు 2 కదా, అంటే  $1 \times 2 = 2$ . మరి పటం 2లో మాదిరిగా 3 పుల్లల్ని అడ్డంగానూ వాటి మీద రెంటిని నిలువుగానూ పేర్చితే కులుపుకొనే బిందువులు 6 కదా! అందుకే  $2 \times 3 = 6$ , మూడు పుల్లల్ని అడ్డంగానూ దీనిమీద నాలుగుపుల్లల్ని నిలువుగానూ పేరిస్తే సంధి బిందువులు 12. మరి  $4 \times 3 = 12$  కదా! అలాగే 5 పుల్లలకి అడ్డంగా 6 పుల్లల్ని పేర్చితే కలిసే బిందువులు 30. అంటే  $6 \times 5 = 30$ .

అడ్డంగా పుల్లలున్నా నిలువుగా ఏమీలేకపోతే కలిసే బిందువులు లేవు కాబట్టి ఒక సంఖ్య  $\times 0 = 0$  అవుతుంది. పటం 3లో 0లో గుటిస్తే సున్ననే వస్తుందని చీపురు పుల్లలే చాటుతున్నాయి. 0 సుంచి 9 వరకూ ఏ రెండంకెళ్లి గుటించినా ఏమి జవాబు వస్తుందో తెలుపుకొని వాటిని పటం 1లో చూపిసట్టు పట్టిక రూపంలో రాసుకుంటే ఏప్పుడైనా వాడుకోవచ్చు. నిలువు అంకెను ఒకడానిని అడ్డం వరసలో ఉండే ఒక అంకో గుటించాలనుకోండి, ఆ నిలువు వరసలోని అంకె, అడ్డవరస అంకె వరసలు కలిసే గడిలో ఉండే అంకె లేదా సంఖ్య జవాబు అవుతుంది.

రెండెంకల సంఖ్యల గుణకారం కూడా తెలికే. ఒకస్నేఖలు 10 పుల్లలు అనుకోండి. స్నేఖుకు అడ్డంగా ఒక చీపురు పుల్లను ఉంచితే 10 సంధులు ఏర్పడిసట్టు లేశా. స్నేఖుకు స్నేఖును ఉంచితే  $10 \times 10 = 100$  సంధులు ఏర్పడిసట్టు. ఈ ఉపాయాన్ని అధారం చేసుకొని పటం 5లో  $13 \times 12$  కు జవాబు ఎలా రాబట్టాలో చూపబడింది. ఇక్కడ స్నేఖు ఖండించుకొంటున్నాయి. అంటే 100 సంధులు. నిలువు స్నేఖును మరో 3 అడ్డు పుల్లలు కూడా ఖండిస్తున్నాయి. అంటే మరో 30 సంధులు. అలాగే స్నేఖును మరో 2 పుల్లలు ఖండిస్తున్నాయి. కాబట్టి ఇంకో 20 సంధులు. పుల్లలు 6 సంధుల్ని యిస్తున్నాయి. వెరసి మొత్తం సంధులు 156. అంటే  $13 \times 12 = 156$ . పటం 5లో  $15 \times 11 = 165$  అని చూపబడింది.

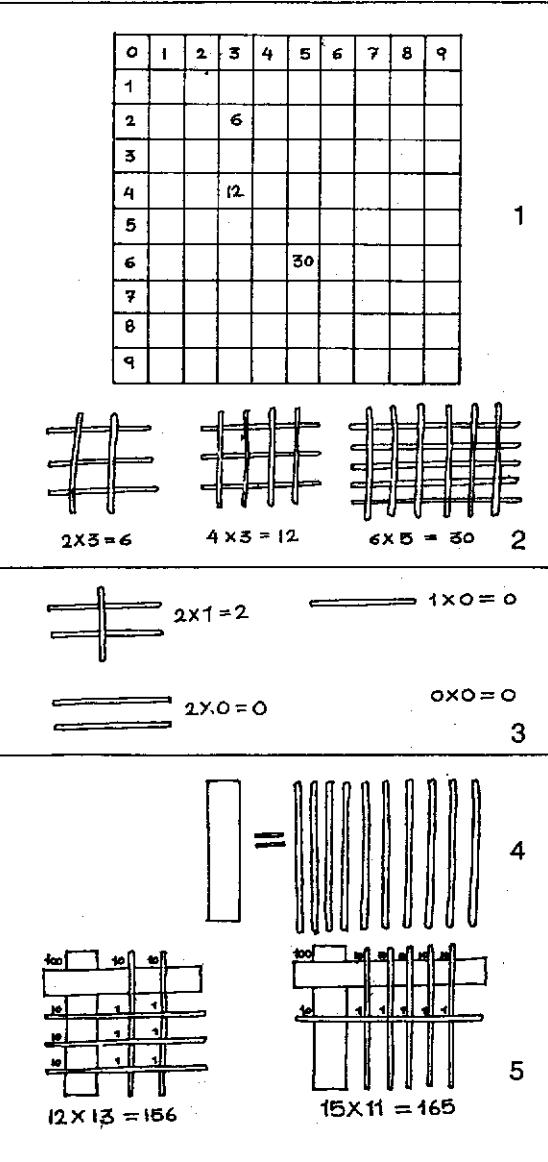
## Broomstick Tables

This article is inspired by the fascinating work of Sri. P.K. Srinivasan of Madras. Tables are often learnt by rote. This repetitive drill might help quick recall but it kills the whole joy of learning. With only 18 equal length broomsticks children could discover the whole world of tables.

Lay one broomstick and place another one across it. At how many points do they meet? Obviously, one. So,  $1 \times 1 = 1$ . If two vertical broomsticks are placed criss cross over three horizontal broomsticks then they have six junctions. So,  $2 \times 3 = 6$  (Fig 2). Children can make a 0 to 9 matrix on a square ruled copy and make their own table sheet by placing broomsticks criss-cross and counting the number of junctions. So, children who have learnt to count should be encouraged to make their own table sheets (Fig 1).

Fig 3 shows how the abstract concept of multiplication by zero can be concretised.

Multiplication of two digit numbers would mean counting too many junctions. So, ten broomsticks can be represented by one card strip (Fig 4). Criss-cross of two strips will be  $10 \times 10 = 100$ , while that of a strip and a broomstick will be  $10 \times 1 = 10$ . Add up the sum of all the junctions to get the multiplication value (Fig 5).



## విమానం రెక్క

విమానం గాలిలో ఎలా ఎగర గలుగుతోంది? విమానం రెక్క నిర్మాణంలోనే ఈ కిటుకు దాగుంది. ఒక చిన్న నమూనాను చేసి ఎగరే రహస్యం ఏమిటో మనం కూడా కనుగొండాం.

20 సెం.మీ. పొడవు, 10 సెం.మీ వెడల్పు ఉండే కాగితపు ముక్కను తీసుకోండి. లూపులాగా మడిచి అంచుల్ని పటం 1లో లాగ అతికించండి. ఈ లూపును సర్ది పైభాగం ఉబ్బెత్తుగానూ, కిందిభాగం సమతలంగానూ (పటం 1) ఉండేట్లు చేయండి. అతికించిన అంచులుండే ప్రాంతాన్ని సానుచరపుటంచు (trailing edge) అనీ, ముందుభాగంలో గుండ్రంగా ఉండే భాగాన్ని పురోగమనపుటంచు (leading edge) అనీ అంటారు. పురోగమనపుటంచు నుంచి ఘమారు 3 సెం.మీ. దూరంలో రెండు పొరల గుండా పటం 1లో చూపినట్లు రంధ్రం చేయండి. ఈ రంధ్రాల్లోకి పటం 2లో చూపినట్లు ఒక స్ట్రోముక్కను గానీ బాల్పాయింట్ పెన్ను రీఫిల్ గొట్టుముక్కనూగానీ దూర్చి కదలకుండా కాగితనికి అతికించండి. ఒక దక్షసరి పేపరునుంచి చిన్న త్రికోణాకారపు ముక్కను కత్తిరించి, ఒక భుజాన్ని కొద్దిగా మడిచి, సానుచరపుటంచు దృగ్గర నిలువుగా అతికించండి. శేర్మాన్ని పటం 2లో చూపినట్లు కొద్దిగా కత్తిరించి వేయండి. స్ట్రో రంధ్రంగుండా ధృదమైన పొడవాటి దారాన్ని పోసిచ్చి చివర్లు రెంటినీ రెండు శీపురు పుల్లులకి ముదిసేసి పట్టుకోండి (పటం 2,3).

ఈ రెక్కను పటం 4లో చూపినట్లు కిందకి, పైకి ఉపపుటంటే దారం వెంబడి ఈ కాగితం ఎగబాకుతుంది. ఇదే విమానం రెక్క అసలు సంగతి. ఈ రెక్క పైభాగం ఉబ్బెత్తుగానూ, కింది భాగం సమతలంగానూ ఉండడం వల్ల పీడనం తగ్గుతుంది. అంటే వేగాలలో తేడా వల్ల రెక్కమీద పైకి నెట్లే గాలిఫీడనం ఉత్సుకుమయ్యాడి. అందువల్ల రెక్క పైకిగిరింది.

## Aeroplane Wing

What makes an aircraft fly? How does the aircraft's wing produce lift? You can find this by making a model of part of an aircraft wing. Cut a piece of paper 20 cms. long and 10 cms. wide, Bend it in half as in Fig 1 and stick the edges together. Run a fold along the edge with your finger nails so that it bends, curved at the top and almost flat underneath. The fat end of the wing is the leading edge, and the thin edge is the trailing edge.

Make a hole straight through both parts of the wing about 3 cms. from the leading edge. Pass a piece of empty ball pen refill or soda straw through it and fix it with a dab of glue (Fig 2). Stick a piece of paper on the centre line of the trailing edge. This fin will stand vertically on the trailing edge and will help in stabilising the wing. Pass a thin thread through the refill and fix it on two sticks.

As you swing the sticks through the air the wing will rise on the thread (Fig 3 & 4). The top curved portion of the wing is longer than the bottom portion, so the air moving over the top has further to go and therefore moves faster. This produces a lower pressure on top of the wing producing lift. This is how a wing helps an aeroplane to rise in the air.

## ప్లాస్టిక్ స్ప్రైంగులో త్తాను

ప్లాస్టిక్ స్ప్రైంగులు అతి తక్కువ ధరలో ఓపుల్లో దొరుకుతాయి. వీటిని తక్కువ దృఢత్వం కలిగిన స్ప్రైంగు త్రాసులాగా వాడుకోవచ్చు. ఈ స్ప్రైంగుకు ఒకవైపు రెండు మూడు సూదులను కలిపి దారంతో కట్టి లూపులాగా కొఱ్చున్ని తయారు చేయండి. ఈ కొఱ్చు సాయంతో బేచిల్ చెక్కు చీలను కొఱ్టి వేలాడదీయండి. స్ప్రైంగుకు రెండోవైపు (కిందభాగంలో) ఒక చీపురు పుల్లను అడ్డంగా పటం 1లో చూపినట్టు కట్టండి. ఈ చీపురుపుల్ల చివరముంచి నాలుగు దారపు ముక్కులతో ఒక ఫాళీ అగ్గిపెట్టేలోని లోపలి అరసు పక్కాంలాగా వేలాడదీయండి. చీపురు పుల్ల ఒక కొనలో గుండు సూదిని గుచ్ఛితే సూచికలాగా ఉపయోగపడుతుంది. స్ప్రైంగుకు సమాంతరంగా నిలువుగా ఒక దళసరి కాగితపు బద్దను కూడా వేలాడదీయండి. స్ప్రైంగుకు కిందగా వున్న గుండు సూది సూచిక ఈ బద్దమీద సులువుగా కదలాలి. సూచిన ఉన్న బిందువును సున్న అని బద్దమీద గుర్తించండి. ఇప్పుడు అగ్గిపెట్టేలో 50 పై నాచేన్ని ఉంచి 5 గ్రా అని సూచించండి.

వేలాడదీయబడ్డ బరువును Y అక్కం మీద, స్ప్రైంగులో వచ్చిన సాగుదలను X అక్కం మీద గుర్తించి గ్రాఫు గీస్తే మూల బిందువు గుండా పోయే సరళరేఖ వస్తుంది. అంటే వేలాడదీయబడ్డ బరువుకూ, స్ప్రైంగులో సాగుదలకు అనులోపాను పొత సంబంధం వున్నదన్నమాట. ఈ సత్కాన్ని మొదట మౌక్క శాప్టజ్ఞాదు కనుగొన్నాడు. దీన్నే షాక్ నియమం అంటారు. ఈ సూత్రం ఆధారంగా స్ప్రైంగులో సాగుదలల్చి బద్దమీద గుర్తిస్తూ స్ప్రైంగును ప్రమాణీకృతం (calibration) చేసుకోవచ్చు.

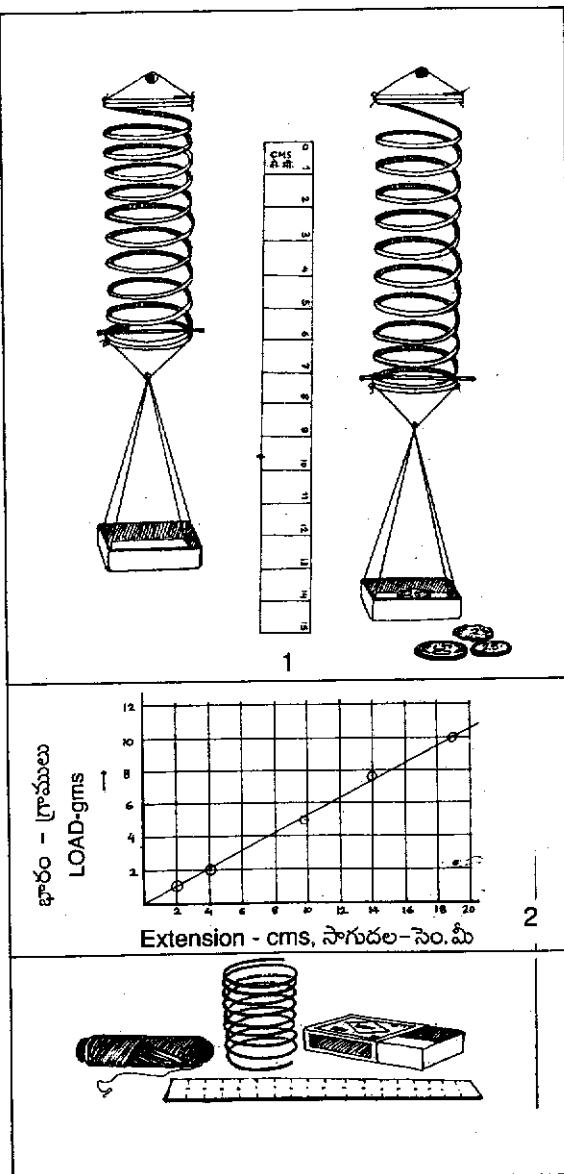
అగ్గిపెట్టే పచ్చింటి బరువు తీసివేసి పక్కాన్ని కొంచెం కిందకు లాగి వదలి చూడండి. స్ప్రైంగు సరళహరత్తక చలనంలో డోలనాలను చేస్తుంది. పది డోలనాలకు పక్కే కాలాన్ని లెక్కించి, ఆ కాలాన్ని 10లో భాగిస్తే డోలనావర్తన కాలం వస్తుంది. బరువుల్చి పక్కాలో వేస్తూ వివిధ బరువుల్లో డోలనావర్తన కాలాన్ని లెక్కించి, వేలాడదీయబడ్డ బరువుకూ, డోలన కాలానికి గల సంబంధాన్ని పనిగట్టండి.

## Spring Bangle Balance

Plastic spring bangles are sold as village trinkets. They are available in attractive colours and cost between 50 paise to one rupee. These spring bangles can be used as low stiffness springs for a number of simple experiments. Tie a thread loop to hang the bangle by a nail. Hang a matchbox drawer at the bottom for the pan. Fix a broomstick piece on the bottom coil to act as the indicator (Fig 1). Mark the initial position of the indicator with the pan empty. Coins have standard weights. A 50 paise coin weighs 5 gms. and 25 paise 2.5 gms. Place Coins for different weights on the pan and measure the extension in each case. When the load is plotted against the extension on a graph paper, almost a straight line is obtained, proving Hooke's law - that within elastic limits, the stress is proportional to the strain.

The calibrated spring bangle can also be used as a very sensitive spring balance as it has a measurable response to even one gram load.

Hold the top thread loop and oscillate the spring bangle with the empty pan. Note the time taken for 10 oscillations. Repeat this with different weights in the pan.



## వత్తుదు గుండీతో స్విచ్

హోషంగాబాద్ విజ్ఞానశాస్త్ర బోధనా కార్బూక్సమంలో సూలు విద్యుత్రూలు టార్చులైట్లతోనూ, బ్యాటరీలతోనూ పలురకాల ప్రయోగాల్లో చేస్తుంటారు. విద్యుత్తుకు సంబంధించిన చాలా ప్రయోగాలలో స్విచ్ (క్రి) చాలా ప్రథమమైన భాగం. సరళంగానూ, సమయమైందిగానూ, అందుబాటులోనూ వుండే విధంగా స్విచ్ ను తయారు చేయాలని ఎన్నో రకాలుగా ప్రయుత్సూలు జరిగాయి. రకరకాల వస్తువుల్లోంచి స్విచ్ ను తయారు చేసినా, అవసరమైతే మార్పులు చేసి చూసినా సంతృప్తికరంగా పనిచేయగల స్విచ్గా అవి రాచించలేదు.

ఈ మధ్యనే ఉజ్జ్వలునికి చెందిన శ్రీ వివేక పారస్కర్ దీనికి అద్యుత్తుమైన ఉపాయాన్ని కనిపెట్టారు. ఏరు ఏకలవ్య సంస్థలో పనిచేస్తున్నారు. చిన్నపిల్లల చొక్కులు, భూషాలకు సాధారణంగా వాడే వత్తుదు గుండీలు (Press buttons) స్విచ్లుగా అద్యుత్తుమైన రీతిలో పనిచేస్తాయనీ అయిన కనుగొన్నారు. నిజమే! రూపాయికి దజను చోప్పున ఇవి దొరుకుతాయి. ఖరీదులోనే కాకుండా ఉపయోగంలో కూడా అమూల్యమైనవి. ఇత్తదీతో తయారై వుంటాయి కాబట్టి అంతసులుపుగా చిలము (తుప్ప) పట్టతు. ఔగా రెండు భాగాలు విమాత్రం లూజా లేకుండా చప్పున అతుక్కుంటాయి.

బ్యాటరీని ఊడిపోకుండా ప్రెర్కు కలిపే పద్ధతి తెలుసుకుండాం! ఒక పాతనైకిల్ టుమ్మినుంచి 1 సె.మీ వెడల్పుగల లూపును (పటం 1,2) కత్తిరించండి. ఈ లూపును బ్యాటరీకి నిఱువూ పటం 3లో మాదిరి తొడగండి. బ్యాటరీ రెండు శ్రువాల మీద వత్తుదు గుండీ యొక్క సగభాగాల్ని ఉంచి రఘ్యురు లూపులో రంధ్రాల్ని చేయడం ద్వారా వానిని బయటకు కనిపించేట్లు చేయండి (పటం 3,4).

పటం 5లో చూపినట్లుగా ఊడిపోని విధంగానూ, సులభంగా వాడుకోవడానికి పీలుండేట్లుగానూ విద్యుత్ కనెక్టను యివ్వడానికి పీలవుతుంది.

## Press Button Switch

The middle school children in the Hoshangabad Science Teaching Programme do a number of experiments with torch bulbs and batteries. So, for the last 15 odd years there has been a desperate search for a simple, low-cost, efficient, and locally available switch. Several alternatives have been tried, modified and rejected. All switches with steel strips tend to rust and have high contact resistance.

Vivek Paraskar of Eklavya / Ujjain found a very ingenious solution to the switching problem. He used press buttons. They cost one rupee a dozen. They are made of brass, so they never rust and have negligible contact resistance.

How to connect a wire to the battery bottom? Cut a 1 cm. wide rubber band out of an old cycle tube (Fig 1). Cut two circular notches at the diametrically opposite ends of this band (Fig 2). Stretch and slip the band on the battery. The brass pip on the battery top sits in one notch (Fig 3). A press button half with a pip sits in the other rubber notch at the battery bottom (Fig 4). Place the bulb on the battery pip and snap close the two parts of the press button to close the switch, and light the bulb (Fig 5).

## వర్షమాపనం (Chromatography)

నలుపు, ఎరుపు, నీలం, వసుపుపుచ్చ, ఆకుపచ్చ రంగు సిరాబోళ్లను మిక్రమంగా కలపండి. ఒక పొడవాలే సుద్రముక్కను తీసుకొని దాని లావుకొనశ సెం.మీ. దూరంలో చుట్టూ పట్టేలాగా సిరామిక్రమాన్ని బ్రెవ్లో హూసి ఆరబెట్టండి (పటం 1). ఒక చుట్టూ మూతను సేకరించి అందులో అరసెం.మీ ఎత్తుకు సీరు నించి సుద్రముక్కను పటం 2లో మాదిరిగా నీటిలో నిలబెట్టండి. ఇంకుపట్టి నీటిలో మునగకూడదు. సుద్రముక్క అడుగు భాగం నుంచి సీరు మెల్లమెల్లగా ఎగబాకుతూ సిరా పట్టేని కూడా తదుపుతుంది. తనతోపాటుగా యింకును కూడా తడి మొసుకెళుతుంది. అయితే సిరా మిక్రమంలోని వివిధ రంగులు అన్నీ ఒకే సమూహంలాగా కాకుండా విడివిడిగా తడి వెంబడి ప్రయాజిస్తాయి. తడి 80 శాతం పారాక సుద్రముక్కను బయటకు తీసి ఆరబడితే సుద్రముక్క ఉపరితలం మీద రంగులు వేరు అయినట్టుగా చూడవచ్చు. అంటే సుద్రముక్కలో పయనించిన సీరు సిరా మిక్రమంలోని వేర్చేరు రంగుల్ని వేరు చేసిందన్నమాట.

ఒక వడపోత కాగితంలోంచి రిజ్యూన్లాగా ఒక పీలికను కత్తిరించుకోండి. ఒక చివర అంచుకు సెం.మీ. దూరంలో సిరామిక్రమాన్ని ఒక బొట్టు వుంచి ఆరబెట్టండి. రెండవ చివరను చీపురుపుల్లకు చుట్టుండి (పటం 2). ఇప్పుడు ఒకగ్లాసు నీటిని తీసుకొని ఇంకుబొట్టు ఉన్న చివర నీటిలో మునగిట్టు వేలాడదీయండి (పటం 3). ఇంక బొట్టు నీటిలో మునగకూడదు. గ్లాసులోని సీరు కాగితం పైన ఎగబాకుతూ యింకుబొట్టును తడిపి రంగుల్ని వేరు చేస్తుంది (పటం 4).

ఒక గుండ్రని వడపోత కాగితానికి మధ్యలో రంద్రం చేసి దీపం వత్తిని వేలాడదీయండి. వడపోత కాగితం మీద రంద్రం చుట్టూ యింకు మిక్రమాన్ని రింగులాగా పూయండి. ఒక గ్లాసులో సగానికి సీరు నించి ఇందులో పత్తి మునగేట్లు వడపోత కాగితాన్ని గ్లాసుపైన మూతలాగా ఉంచండి. సీరు వత్తి వెంబడి ఎగబాకి, ఆ తర్వాత కాగితాన్ని చేరి పక్కలకు వ్యాపిస్తుంది. తనతో పాటుగా ఇంకు మిక్రమాన్ని కూడా తడిపి రంగుల్ని వేరు చేస్తుంది. వేర్చేరు రంగులు వేర్చేరు పరిఖల్లో ఉంటాయి. ఏక కేంద్ర పట్టేలు ఏర్పడి చూడడానికి ఆకర్షణీయంగా వుంటుంది.

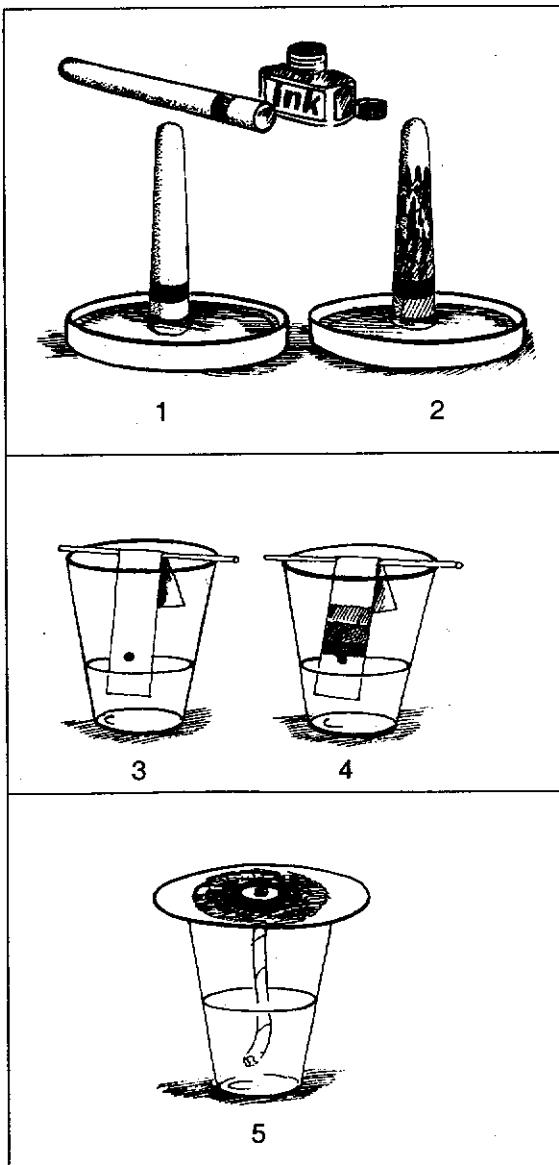
ఇలా మిక్రమాన్ని ఒక సీరు ఆధారం మీద ఒక ద్రవంలో వేరు చేయడాన్ని ద్రవవర్జ మాపనం అంటారు. ఈ పద్ధతి ఆధారంగా పరిశ్రమల్లో రసాయనిక మిక్రమంలోని వివిధ రసాయనాలను వేరు చేస్తారు.

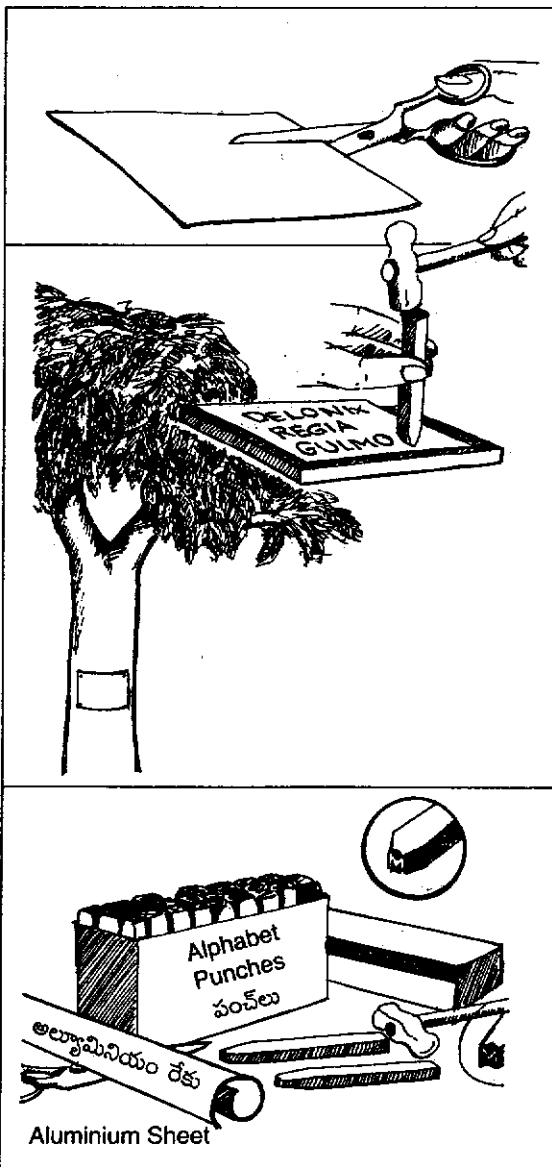
## Chromatography

Mix a few drops of black, red, yellow, and blue ink. Place a few drops of this ink on a chalk about 5mm. from the thick end. Dry the chalk in sunlight. Now stand the chalk in lid containing water (Fig 1). The ink band should not be in direct contact with the water. After some time the water rises up the chalk and different colours are separated in distinct bands (Fig 2).

Take a strip of blotting paper and place a small drop of the mixture ink on it about 1 cm. from the end. Dip the strip in water and fold and rest the other end on a broomstick on a glass. Ensure that the water level in the glass is below the ink dot (Fig 3). After some time as the water rises on the blotting paper, the colours of the ink mixture are dispersed in distinct bands (Fig 4).

Make a 5 mm. hole in the centre of a circular blotting paper. Mark a circular mixture ink ring slightly away from the hole. Place a wet cotton wick in the hole and rest the paper on a tumbler with the wick dipping in water. After a while the ink mixture is dispersed in beautiful circular bands (Fig 5). This technique known as chromatography is used for separating mixtures in several industrial processes.





## చెట్ల పేర్లు

ప్రతి చెట్లకూ పేరుంటుంది. అన్నింటి పేర్లూ మనకు తెలియకపోవచ్చు. మనం చూసే ప్రతిచెట్లు మీదా దాని పేరు ఉన్నట్లయితే ఆ చెట్లు పేరును మనం యిట్టే గుర్తు పెట్టుకోవచ్చు. ఇన్నపెరేకుల మీద నల్లపెయింటో పూసి దానిమీద తెల్లపెయింటో చెట్ల పేరు రాసి ఆ రేకుల్ని బోర్డుల్లగా ఆయా చెట్ల కాండాలకు చీలలతో దిగగొట్టడం అనవాయితే. ఇనుము తుప్పుపడుతుంది. పెయింట్ కూడా ఎంతో కాలం మన్నదు. ఇంతకన్నా సులభ పద్ధతి వుంది.

యంత సామాగ్రి పొపలో ఇంగ్లీషు అక్షరాల పంచెలు దొరుకుతాయి. అల్యూమినియం రేకులు కూడా తక్కువ ధరలోనే దొరుకుతాయి. కావల్సిన సైజలో అల్యూమినియం రేకుల్ని కత్తిరించుకొని ఆ రేకుల్లో చెట్ల పేర్లను పంచెల సాయంతో ముద్ద వేయండి. ఒకవేళ దుకాణంలో పంచెల దొరక్కబోతే అల్యూమినియం రేకులమీద పెన్విల్తో ముందు పేర్లు రాసి అక్షరాల వెంటడి జంపర్ సాయంతో మెల్లగా కొట్టినా సరిపోతుంది. పేరున్న ఈ రేకుల్ని కొయ్యిప్పేటుకు జతచేసి ఆయా చెట్ల కాండాలకు చీలలతో దిగగొడితే చెట్ల పేర్లు శాశ్వతంగా అందరికి తెలుస్తాయి. అల్యూమినియం చిలుము పట్టదు. పెయింట్ వాడలేదు గదా!

స్వాలు విద్యార్థుల్ని తోటలు, వనాలు, అడవులు తదితర ప్రదేశాలకు విజ్ఞాన యాత్రలకు తీసుకెళ్ళి చెట్లమీద పైన చెప్పిన విధంగా పేర్లు రాయించడం ఒక మంచి ఆట విడుపు. చెట్ల పేర్లను ప్రజలకు తెలియచేయడం సామాజిక సేవలో ఒక అంశం.

## Tree Nameplates

Every tree has a name though we seldom know it. If there was a name plate on every tree then people could read it and know its name. Putting name plates on trees would be very useful public education. Normally a mild steel plate is taken and painted black. The name of the tree is painted in white and then it is nailed to the tree. The trouble with this traditional technique is that the mild steel soon rusts because it is exposed to the elements. Within a year or two the paint peels off.

A simple way of making tree name plates is by punching thin aluminium sheets with alphabet punches. Cut a 10 cms x 5 cms. piece of aluminium sheet. It is soft enough to be cut with a home scissors. Keep this sheet on a plank of wood and using A,B,C,D alphabet punches, emboss the name of the tree. A set of 26 alphabet punches cost. Rs. 100/- and are readily available in machine tool shops.

These embossed aluminium tree name plates never rust and there is no paint to peel off. They require no recurring maintenance and cost only 50 paise per plate to make. Schools could easily take up this socially relevant project.